

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Medicina

Programa de doctorado: Medicina y cirugía



Universidad Autónoma de Madrid

TESIS DOCTORAL

*Análisis neurofisiológico y abordaje fisioterápico multimodal en pacientes con dolor
lumbar crónico inespecífico*

Mónica Grande Alonso

MADRID, 2020

*“La actividad más alta que un ser humano puede conseguir es aprender para entender,
porque entender es ser libre”.*

Baruch Spinoza.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiera dedicar y a su vez, agradecer esta tesis a mis padres, ya que, sin vuestro esfuerzo, personal y económico, nunca hubiese sido posible. Soy consciente de todos los sacrificios que habéis tenido que hacer para poder desarrollarme como fisioterapeuta. Gracias por la educación y valores que me habéis dado, gracias por demostrarme en todo momento que es el cariño, el amor y el afecto. Sois mis referentes, un ejemplo de humildad y trabajo. Os quiero.

A ti, mamá, tengo que agradecerte cada segundo que has aguantado mis agobios. De ti he aprendido la capacidad de superación y esfuerzo. Gracias por confiar en mí, por alentarme y animarme cuando más lo necesitaba.

A ti, papá, te agradezco tu paciencia y tu positividad. Tú has estado ahí apoyándome y relativizando distintas situaciones. Gracias también por no dudar nunca de mi capacidad para desarrollarme de manera profesional y personal.

A mi hermano, por apoyarme durante toda mi carrera profesional, porque, aunque tengamos nuestras diferencias, como buenos hermanos, siempre encontramos el punto de equilibrio. Gracias por animarme en cada nueva aventura que decido emprender. Te quiero.

A mi pareja, quien me ha soportado durante todo este tiempo. Gracias por tu ayuda, motivación, por cada gesto de cariño que me has regalado en momentos de máximo agobio. Admiro tu manera de relativizar en esos momentos más difíciles, gracias de todo corazón mi suerte. Te quiero mucho.

A mis amigos que han notado y a su vez, aguantado la falta de tiempo. Gracias porque siempre estáis, a pesar del tiempo, la distancia y los “no puedo” como respuesta a los diversos planes.

A mis abuelos, mis tíos, mis primos, que también han notado mi ausencia, pero, en especial a mi abuela, ojalá pudieras estar aquí, tú que siempre me decías “mi niña, para un poco...” te recordaré siempre abuela, te llevo en mi corazón.

Agradezco también a todos los investigadores y compañeros que han colaborado en cada una de estas publicaciones. En especial agradezco su apoyo, y trabajo de manera desinteresada a Celia Vidal Quevedo, Laura Delgado Sanz, Luis Suso Martí, María Prieto Aldana y Ferran Cuenca Martínez. Gracias de verdad. Sin vosotros esto no hubiese sido posible.

Por último, quiero agradecer al Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle y al Instituto de Rehabilitación Funcional La Salle, por haberme permitido y actualmente, seguir permitiéndome desarrollarme como profesional. En concreto quiero agradecer a mis dos directores de tesis que forman parte de este equipo; Roy La Touche Arbizu y Alfonso Gil Martínez.

A ti Roy, gracias por estar presente en toda mi formación, por las oportunidades brindadas y por ser guía en esta profesión tan bonita. Gracias por toda la ayuda prestada, la atención y el gran seguimiento realizado en este proyecto. Solo tengo buenas palabras, has realizado un trabajo impecable y sin tu ayuda todo hubiese sido más difícil.

A ti Alfonso, gracias por haber contribuido en toda mi carrera como fisioterapeuta. Gracias por la ayuda prestada, por las oportunidades, por el apoyo durante estos años y por todo lo aportado a nuestra profesión.

Por último, agradecer la colaboración a todos aquellos pacientes que accedieron a participar en este proyecto de investigación, a todos aquellos participantes asintomáticos que accedieron de manera desinteresada y a los Centros de Atención Primaria de Miraflores y Valde las fuentes de Alcobendas, Madrid. Sin vosotros esto no hubiese sido posible.

ÍNDICE

LISTA DE PUBLICACIONES ORIGINALES	1
RESUMEN	3
ABREVIATURAS	6
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1 Contextualización del dolor.	9
1.1.1 <i>Definición de la experiencia de dolor.</i>	9
1.1.2 <i>Clasificación de la experiencia de dolor.</i>	12
1.2 Dolor musculoesquelético crónico.	14
1.2.1 <i>Definición y prevalencia del dolor musculoesquelético crónico.</i>	14
1.2.2 <i>Procesos neurofisiológicos implicados en el dolor musculoesquelético crónico.</i>	
.....	15
1.3 Dolor lumbar.	19
1.3.1 <i>Definición y prevalencia del dolor lumbar.</i>	19
1.3.2 <i>Sistema de clasificación del dolor lumbar.</i>	21
1.4 Factores bioconductuales implicados en el dolor lumbar crónico inespecífico.	24
1.4.1 <i>Factores sensoriomotores.</i>	24
1.4.2 <i>Factores psicológicos</i>	29
1.5 Métodos de representación mental del movimiento en el dolor lumbar crónico inespecífico.	32
1.5.1 <i>Concepto y definición.</i>	32

1.5.2 Procesos neurofisiológicos implicados en la representación mental del movimiento.....	33
1.5.3 Abordaje mediante imaginería motora u observación de acciones en el dolor lumbar crónico inespecífico.....	34
1.6 Técnicas de tratamiento fisioterápico en el dolor lumbar crónico inespecífico.	37
1.6.1 Terapia Manual.....	37
1.6.2 Ejercicio terapéutico.....	40
1.6.3 Educación terapéutica.....	51
1.6.4 Abordaje bioconductual en el dolor lumbar crónico inespecífico.....	53
2. JUSTIFICACIÓN.....	57
3. OBJETIVOS.....	61
4.HIPÓTESIS	64
4.1 Diferencias en cuanto a la expansión del dolor en base a la búsqueda de asistencia sanitaria.....	64
4.2 Capacidad de formar imágenes motoras cinestésicas y visuales en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico.....	65
4.3 Eficacia de un abordaje bioconductual con o sin terapia manual sobre pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico a medio plazo.....	66
3. MATERIAL Y MÉTODOS	69
5.1 Participantes.....	71
5.2 Variables e instrumentos de medición.....	73
5.2.1 Variables psicológicas y medidas de autoinforme.....	73

5.2.2 Variables sensoriomotoras.	76
5.3 Resumen de los procedimientos.....	80
5.4 Resumen de las intervenciones	82
5.5 Análisis de los datos.	83
6. RESULTADOS.....	87
6.1 Estudio I.....	87
6.2 Estudio II	112
6.3 Estudio III.....	123
6.4 Estudio IV	138
7. DISCUSIÓN.....	169
7.1 Relación entre la expansión del dolor y la búsqueda de ayuda sanitaria.....	169
7.2 Factores predictivos de la expansión del dolor.....	174
7.3 Diferencias entre sujetos asintomáticos y pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico en la capacidad de formar imágenes motoras cinestésicas y visuales.....	175
7.4 Influencia de los factores psicológicos sobre el proceso de crear imágenes mentales en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico.	176
7.5 Enfoque mediante ejercicio terapéutico y educación terapéutica sobre la capacidad de formar imágenes motoras cinestésicas y visuales en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico.....	179
7.6 Abordaje bioconductual con o sin terapia manual en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico.....	180
7.7 Limitaciones y futuras líneas de investigación.....	185

<i>7.8 Implicaciones prácticas y clínicas.....</i>	187
8. CONCLUSIONES	190
9. REFERENCIAS	192
10. ANEXOS	263
<i>10.1 Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario La Paz.....</i>	263
<i>10.2 Comité Ético del Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle.</i>	264
<i>10.3 Informe favorable de la comisión de investigación de Atención Primaria.</i>	265

LISTA DE PUBLICACIONES ORIGINALES

Esta tesis está basada en las siguientes publicaciones originales que forman parte de una línea de investigación que pretende realizar un análisis profundo de la neurofisiología y el abordaje fisioterápico del dolor lumbar crónico inespecífico.

- I. **Grande-Alonso, M.,** Muñoz-García, D., Cuenca-Martínez, F., Delgado-Sanz, L., Prieto-Aldana, M., La Touche, R & Gil-Martínez, A. (2020). Relationship between seeking health care and expansion of pain in patients with non-specific chronic low back pain. *PeerJ*, 8, e8756.
 - a. Factor de impacto: 2,379
 - b. Disciplina de la revista: Multidisciplinary Sciences (32/71; percentil: 55,63)
 - c. Posición de la revista: Q2
- II. La Touche, R., **Grande-Alonso, M.,** Cuenca-Martínez, F., González-Ferrero, L., Suso-Martí, L & Paris-Aleman, A. (2019). Diminished Kinesthetic and Visual Motor Imagery Ability in Adults with Chronic Low Back Pain. *PM&R*, 11 (3), 227-235.
 - a. Factor de impacto: 1,821
 - b. Disciplina de la revista: Rehabilitation Sciences (27/68; percentil: 61,02)
 - c. Posición de la revista: Q2
- III. **Grande-Alonso, M.,** Garrigós-Pedron, M., Cuenca-Martínez, F., Vidal-Quevedo, C., Prieto-Aldana, M., La Touche, R & Gil-Martínez, A. (2020). Influence of the generation of motor mental images on physiotherapy treatment in patients with chronic low-back pain. *Pain Physician*, 23, E399-E408.
 - a. Factor de impacto: 3,251
 - b. Disciplina de la revista: Anesthesiology sciences (11/32; percentil: 67,18)
 - c. Posición de la revista: Q2

IV. **Grande-Alonso, M., Suso-Martí, L., Cuenca-Martínez, F., Pardo-Montero, J., Gil-**

Martínez, A & La Touche, R. (2019). Physiotherapy Based on a Biobehavioral Approach with or Without Orthopedic Manual Physical Therapy in the Treatment of Nonspecific Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Pain Medicine*, 20(12), 2571-2587.

- a. Factor de impacto: 2,513
- b. Disciplina de la revista: Medicine, General and Internal (51/165; percentil 69,394)
- c. Posición de la revista: Q2

RESUMEN

Introducción: El dolor lumbar (DL) es el problema musculoesquelético más prevalente. Se ha estimado que, aunque no se trata de una patología de riesgo ocupa el tercer puesto en la clasificación de enfermedades que mayor discapacidad generan, por detrás de cardiopatía isquémica y enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Además, es el trastorno ocupacional más común debido a la discapacidad asociada y a su carácter multifactorial, lo que supone un alto índice de cronicidad, suponiendo así un elevado coste socioeconómico. El DL crónico (DLC) afecta hasta el 23% de la población mundial, y se ha observado que entorno al 90% del DLC es de carácter inespecífico (DLCI) por lo que no está precedido de ninguna patología o daño relevante.

Se ha observado que los pacientes que presentan DLCI, podrían presentar alteraciones sensoriomotoras y psicológicas debido al carácter multifactorial de esta condición clínica. Aun así, algunas variables como la expansión del dolor, la búsqueda de asistencia sanitaria o la capacidad de formar imágenes mentales cinestésicas y visuales han sido poco estudiadas en esta población. Por otro lado, existe numerosa investigación sobre los posibles abordajes a realizar en esta población, pero es de carácter muy heterogéneo. La evidencia determina que la línea actual de investigación sobre el abordaje más idóneo se basa en un abordaje bioconductual, pero es necesario realizar más estudios clínicos con el objetivo de delimitar la forma más exitosa de realizar esta intervención.

Objetivos generales: (1) Analizar las diferencias existentes en cuanto a variables sensoriomotoras, afectivas y cognitivas entre pacientes con DLCI y sujetos asintomáticos. (2) Evaluar la efectividad de una intervención bioconductual a corto y medio plazo en pacientes con DLCI.

Métodos: Se realizaron 4 estudios de investigación. El estudio I y II son de carácter observacional, en cambio el estudio III es un estudio cuasiexperimental y el estudio IV es un ensayo clínico aleatorizado. Los participantes incluidos fueron pacientes con DLCI y sujetos asintomáticos. En el estudio I se comparó pacientes con DLCI que buscaban o no asistencia sanitaria y sujetos asintomáticos, en el estudio II se comparó pacientes con DLCI y sujetos asintomáticos, en el estudio III se comparó pacientes con DLCI con baja capacidad de formar imágenes mentales cinestésicas y visuales y, por último, en el estudio IV se compararon dos intervenciones diferentes en pacientes con DLCI aleatorizados.

En todos los estudios se evaluaron características sensoriomotoras y factores psicológicos implicados en el DLCI:

- Medidas psicológicas: rasgos de ansiedad y depresión (HADS); miedo al movimiento (TSK-11); Catastrofismo ante el dolor (PCS); Autoeficacia ante el dolor crónico (CPSS); Capacidad de formar imágenes cinestésicas y visuales (MIQ-R); Discapacidad percibida (Roland Morris); Percepción global del cambio (GROC); cronometría mental.
- Medidas sensoriomotoras: Intensidad de dolor (EVA); frecuencia de dolor; expansión del dolor; magnitud de la ST de estímulos; discriminación de dos puntos; nivel de actividad física; equilibrio dinámico; fuerza lumbar; resistencia lumbar; rango de movimiento; control motor lumbar

En todos los estudios se realizó un análisis descriptivo y comparativo, además de análisis complementarios a los contrastes de significación como el tamaño del efecto.

Resultados: En el estudio I en los que se compararon pacientes con DLCI en base a la búsqueda de ayuda se observó que los pacientes que buscaron ayuda mostraron mayor expansión del dolor e intensidad de este en comparación con el grupo que no buscó ayuda,

con un tamaño del efecto medio. En el estudio II, según el cual se compararon pacientes con DLCI y sujetos asintomáticos, se observó que los pacientes con DLCI presentaron mayor dificultad para generar imágenes motoras cinestésicas y visuales, además de un mayor tiempo para la realización de la tarea mental.

En los estudios III y IV, en los que se realizó una intervención se presentaron los siguientes hallazgos: 1) los pacientes con DLCI y menor capacidad de generar imágenes motoras cinestésicas y visuales, después de la intervención con ET y EdT, dicha capacidad mejoró significativamente, con un tamaño de efecto moderado-grande, al igual que la intensidad del dolor, la fuerza lumbar, la discapacidad y las variables psicológicas; 2) No se mostraron diferencias estadísticamente significativas entre un abordaje basado en TM, ET y EdT y un abordaje basado únicamente en ET y EdT en pacientes con DLCI, ambos grupos presentaron diferencias significativas intragrupo para todas las variables con respecto al factor tiempo.

Conclusiones: Los resultados obtenidos en esta tesis sugieren que existe una alteración en variables sensoriomotoras y psicológicas en pacientes con DLCI. Se muestra especial atención a la alteración en concreto de la expansión del dolor en base a la búsqueda de asistencia sanitaria y en la capacidad de formar imágenes motoras cinestésicas y visuales, hasta el momento menos estudiadas. Por otro lado, se comprueba la efectividad sobre las variables que influyen y se encuentran afectadas por el cuadro clínico tras un abordaje bioconductual al corto y al medio plazos en pacientes con DLCI.

ABREVIATURAS

DA → Dolor agudo

DC → Dolor crónico

DMC → Dolor musculoesquelético crónico

DM → Dolor musculoesquelético

SP → Sensibilización Periférica

SC → Sensibilización Central

NMDA → N-Metil-D-aspartato

BNDF → factor neurotrófico derivado del cerebro

GABA → ácido gamma-aminobutírico

ST → Sumación temporal

DL → Dolor lumbar

DLA → Dolor lumbar agudo

DLC → Dolor lumbar crónico

DLCI → Dolor lumbar crónico inespecífico

AF → Actividad física

ROM → Rango de movimiento

ROMFE → Rango de movimiento en flexoextensión

ROMFL → Rango de movimiento flexión lateral

IM → Imaginería motora

OA → Observación de acciones

TM → Terapia manual

ET → Ejercicio terapéutico

EdT → Educación terapéutica

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Contextualización del dolor.

1.1.1 *Definición de la experiencia de dolor.*

Durante décadas la experiencia de dolor ha sido asociada a la presencia de daño o lesión, de manera que se entendía que en ausencia de daño no habría dolor y que cuanto mayor es el daño, mayor sería la intensidad de dolor percibida por el sujeto. En esta misma línea continuó la investigación en el dolor profundizando en aquellos posibles mecanismos neurofisiológicos implicados, llegando así a la teoría de la compuerta o teoría de la regulación del umbral definida por Melzack y Wall en el año 1965 (Melzack & Wall, 1965). Melzack y Wall basaron esta teoría en la implicación que tenía la médula espinal en el procesamiento del dolor. Según esta teoría la médula espinal recibía en su asta posterior estímulos dolorosos los cuales se transmitían a centros superiores y seguidamente se desencadenaba una respuesta (Melzack & Wall, 1965).

Posteriormente, Melzack continuó su investigación ya que según la teoría definida anteriormente no podían explicar situaciones en las que el dolor se perpetuaba, llegando así a la teoría de la Neuromatriz (Melzack, 1999), de hecho varios investigadores han cuestionado durante años la teoría de la compuerta (Mendell, 2014; Ropero-Peláez & Taniguchi, 2016). Dicha teoría incluía cómo podían influir los aspectos cognitivos llegando a definir el dolor como una red neuronal en la que intervienen componentes sensoriales, límbicos y cognitivos, dando lugar al concepto de *neurofirma*, el cual es definido como la respuesta generada ante una situación de dolor sobre la cual influye todos los aspectos denominados anteriormente lo que hace que cada individuo presente una experiencia de dolor diferente y puede conllevar de manera implícita un proceso de aprendizaje (Melzack, 1999; Trout, 2004). La **figura 1** muestra una representación de la teoría de la Neuromatriz del dolor propuesta por Melzack (Figura 1).

En cuanto a las dimensiones definidas en la teoría de la Neuromatriz se encuentran:

- Dimensión sensorial-discriminativa: se encarga de evaluar, identificar y valorar los factores relacionados con la percepción sensorial del dolor del individuo.
- Dimensión motivacional-afectiva: hace referencia a aquellos factores psicológicos implicados en la experiencia de dolor, participando así estructuras del sistema límbico y del tronco del encéfalo.
- Dimensión cognitivo-evaluativa: se encarga de interpretar la experiencia de dolor en base a las sensaciones y a lo que puede ocurrir.



Figura 1. Esta figura representa la teoría de la Neuromatriz del dolor propuesta por R.

Melzack.

Melzack R. (2001). Pain and the neuromatrix in the brain. J Dent Educ. 65,1378-1382.

Actualmente, esta teoría de la Neuromatriz nos lleva a enfocar el abordaje del dolor en base a aquellos factores emocionales, cognitivos y sensoriomotores que pueden estar influyendo sobre la experiencia de dolor del sujeto realizando así abordajes más integrales, basados en modelos cognitivos-conductuales. De esta manera, queda evidenciado el importante papel que presenta la plasticidad neuronal durante la experiencia dolorosa ya que existe una convergencia entre las experiencias previas de dolor, el estado emocional, inputs cognitivos y sistema inmunológico y de regulación del estrés, además del estímulo sensorial. Es por ello por lo que la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor define dicho concepto como: *“experiencia sensorial y emocional desagradable asociada a un daño tisular real o potencial, o descrito en términos de tales daños”* (Merskey & Bogduk, 1994). Aun así, son numerosos los investigadores que sugieren un cambio en la definición del dolor ya que no ha cambiado desde su primera publicación, y dicha definición no incluye los aspectos sociales y cognitivos que intervienen en la experiencia de dolor (Anand & Craig, 1996; Cohen, Quintner, & Van Rysewyk, 2018; Jensen & Gebhart, 2008; Williams & Craig, 2016). En el año 2007, estudios de investigación, definen el dolor como *“una compleja experiencia sensitivo-emocional, modulada por factores cognitivos, que involucra un amplio sistema neural nociceptivo y antinociceptivo”*, incluyendo así los factores cognitivos como parte de dicha experiencia (Bingel, Schoell, & Büchel, 2007; May, 2007). Debido a esta situación, en el año 2018, un estudio determina que la definición propuesta por la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor no ha conducido a una comprensión más completa de la experiencia de dolor y proponen la siguiente definición; *“una experiencia somática reconocible que refleja la aprehensión de una persona ante la amenaza a su integridad corporal o existencial”* (Cohen, Quintner, & Van Rysewyk, 2018). Ante el elevado número de propuestas, un estudio realizado en el último año, concluye que más que una nueva definición del concepto de dolor, el reclamo es una reformulación del concepto,

por lo que se propone la siguiente definición: *“experiencia sensorial y emocional desagradable que de manera paradigmática es el resultado de un daño tisular real o potencial o es del mismo tipo o similar a tal experiencia en términos de sus cualidades sensoriales o afectivas”*(Aydede, 2019).

1.1.2. Clasificación de la experiencia de dolor.

Existen numerosas clasificaciones del dolor en base distintos aspectos que se pueden tener en cuenta a nivel clínico. La opción más frecuente es clasificar el dolor en base al tiempo de evolución. Es relevante destacar que otro tipo de clasificaciones orientadas a la funcionalidad del paciente y a la calidad de vida tienen más valor clínico que la clasificación temporal, en cambio, el modelo sanitario actual sigue teniendo como referente dicha clasificación (Igolnikov, Gallagher, & Hainline, 2018).

Se considera dolor agudo (DA), aquel dolor que se encuentra limitado en el tiempo (3 primeros meses) y que por lo tanto y por el momento es justificado por el proceso de reparación natural (Chapman, Donaldson, Davis, & Bradshaw, 2011; Pope, Tallon, McConigley, Leslie, & Wilson, 2017).

Por otro lado, el DA presenta un significado claro, siendo este el de actuar como un sistema de alarma que se activa cuando el organismo se encuentra en una situación de alerta o peligro con el objetivo de protegerlo (Loeser & Treede, 2008). En cambio, cuando este proceso excede más allá del tiempo natural de curación de tejido por situaciones que pueden perpetuar los síntomas aparecen complicaciones relacionadas con la condición del dolor crónico (DC) o persistente.

El DC es clasificado en el tiempo como aquel dolor que desde el punto de vista clínico superar los 3 meses de evolución y desde el punto de vista de la investigación 6 meses (Merskey & Bogduk, 1994). La presencia de DC podría conllevar a la pérdida de la función

de alarma por parte del organismo debido a todos los procesos neurofisiológicos subyacentes que veremos posteriormente (Merskey & Bogduk, 1994; Woolf & Latremoliere, 2009).

Actualmente, la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor, clasifica al DC en dos supuestos; DC primario o síndrome de DC secundario, incluyendo así en la clasificación la severidad del dolor, su curso temporal y la presencia de factores psicológicos y sociales (Treede et al., 2019). El DC primario es definido como aquel dolor presente en una o más regiones anatómicas que persiste durante más de tres meses y se encuentra asociado a un distrés emocional o a una discapacidad funcional, concibiéndolo así, como una condición de salud por derecho propio, considerado dentro de este grupo patologías como la migraña crónica, la fibromialgia, o el dolor lumbar crónico inespecífico. En cambio, el síndrome de DC secundario es definido como aquel dolor que persiste más de tres meses y está vinculado a otra enfermedad, la cual es la causa subyacente, considerando de manera inicial la presencia del dolor como un síntoma de la misma (Treede et al., 2019).

Otros investigadores determinan que la opción más adecuada para clasificar el dolor es en base a la etiología y los mecanismos neurofisiológicos asociados:

- Dolor nociceptivo: hace referencia a aquel dolor asociado a un daño o lesión. Se trata de un dolor relacionado con un estímulo nociceptivo y que presenta una finalidad útil. Dentro del dolor de tipo nociceptivo nos podemos encontrar que presente un componente inflamatorio derivado de la sensibilización provocada por ciertos mediadores (Kosek et al., 2016; Loeser & Treede, 2008; Vardeh, Mannion, & Woolf, 2016).
- Dolor neuropático: se trata de aquel dolor derivado de una lesión o patología del sistema nervioso, asociado a un traumatismo tisular agudo que tiene una consecuencia negativa sobre el sistema nervioso periférico o por un problema del

propio nervio que provoca una alteración de la función de este. En muchas ocasiones no se asocia ningún estímulo conllevando así procesos neurofisiológicos de base de mayor complejidad terapéutica (Bouhassira, 2019; Jensen et al., 2011). Se ha observado que se suele relacionar con un dolor de tipo crónico teniendo en cuenta la clasificación temporal y que son numerosos los factores psicosociales existentes en pacientes que presentan dolor neuropático crónico (Merskey & Bogduk, 1994).

- Dolor nociplástico: el concepto de dolor nociplástico se ha introducido en el año 2016 y hace referencia a aquel dolor de larga evolución en el que está alterado el proceso de nocicepción y no hay evidencia clara de que exista una lesión (Kosek et al., 2016). La diferencia establecida con el concepto de dolor nociceptivo es la temporalidad y las consecuencias que ello conlleva. El dolor nociplástico presenta cambios neuroplásticos desadaptativos en el paciente derivado de la cronicidad y está íntimamente relacionado con procesos de sensibilización a nivel central que serán explicados a continuación (Trouvin & Perrot, 2019). Kosek y colaboradores, determinan que el concepto de dolor nociplástico puede describir algunos de los mecanismos neurofisiológicos subyacentes presentes en el dolor musculoesquelético primario (Kosek et al., 2016).

1.2 Dolor musculoesquelético crónico.

1.2.1 Definición y prevalencia del dolor musculoesquelético crónico.

El dolor musculoesquelético (DM) puede ser localizado o generalizado, y es definido por los pacientes como difuso, aunque en ocasiones localizado, profundo con sensación de fatiga y presión (Graven-Nielsen, 2006). La Asociación Internacional para el Estudio del Dolor, clasifica el DM crónico (DMC) en dos tipos: DMC primario y DMC secundario (Treede et al., 2019). El DMC primario se encuentra dentro del grupo de DC primario definido previamente, considerando el DLCI dentro de este grupo caracterizándose por la presencia

de dolor en una o más regiones anatómicas y sin un origen estructural definido (Treede et al., 2019). En cambio el DMC secundario se encuentra dentro del grupo de DC secundario y se define como un dolor de tipo persistente o recurrente con características nociceptivas claras (Nugraha et al., 2019).

El DMC es el problema clínico con mayor prevalencia en la Atención Primaria en España, suponiendo una variación del 11,4% al 24% de la población (Cimmino, Ferrone, & Cutolo, 2011). Se ha definido el DMC como aquel dolor que presenta una duración más allá de 3 meses, estudios de investigación sugieren que la presencia de esta problemática supone una disminución en la calidad de vida del paciente debido a las características multifactoriales que presenta (Walsh et al., 2008).

1.2.2 Procesos neurofisiológicos implicados en el dolor musculoesquelético crónico.

En base al problema clínico que supone, son cada vez más las investigaciones realizadas en esta línea con el objetivo de esclarecer los mecanismos neurofisiológicos implicados con una mayor profundidad. Hasta el momento, son numerosas las investigaciones que explican la neurofisiología del DMC como un proceso de alteración en el procesamiento del dolor a nivel central (Graven-Nielsen & Arendt-Nielsen, 2010).

1.2.2.1 Sensibilización periférica.

El concepto de sensibilización periférica (SP) fue definido en la década de 1970. Sherrington fue el primero en definir la existencia de una serie de neuronas específicas capaces de responder ante un estímulo nociceptivo (Sherrington, 1897, 1906). Posteriormente, otros investigadores determinaron que dichas neuronas que participan en este proceso son capaces de sensibilizarse ante el estímulo, reduciendo su umbral a nivel local dando lugar, así, a un fenómeno denominado como hiperalgesia primaria (Brown & Iggo, 1967; Iggo, 1960;

Lamotte, Thalhammer, Torebjork, & Robinson, 1982; Perl, Kumazawa, Lynn, & Kenins, 1976; Woolf & Ma, 2007).

En concreto, se podría determinar el concepto de SP, a nivel neurofisiológico como el siguiente; cuando hay un dolor de tipo nociceptivo, es decir, que implica una lesión o un daño sobre los tejidos se genera un proceso de inflamación. Dicho proceso de inflamación supone la liberación de sustancias potenciadoras (p.e. Sustancia P) que se actuarán sobre receptores como la proteína G o la tirosina quinasa provocando la liberación de sustancias pro-inflamatorias (p.e. bradiquinina, histamina...) (Chuang et al., 2001; Gold, Levine, & Correa, 1998; Ji, Samad, Jin, Schmoll, & Woolf, 2002). Estas sustancias pro-inflamatorias activan la cascada de la enzima denominada como ciclooxigenasa-2 y por lo tanto la consiguiente liberación de prostaglandinas, lo que supone una sensibilización de los nociceptores a nivel periférico, manifestándose a nivel clínico con sensibilización térmica, dolor e hipersensibilidad en la región afecta, y que se conoce como hiperalgesia primaria (Bishop, Marchand, Young, Lewin, & McMahon, 2010).

Es por lo tanto una amplificación de la señal nociceptiva, que viene determinada por la reducción del umbral debido a la lesión tisular, con el objetivo de proteger el organismo y actuar como sistema de alarma como hemos descrito anteriormente. Se trata de un proceso de sensibilización de los nociceptores de corta duración, reversible y localizado en el sitio de la lesión (Mifflin & Kerr, 2014).

1.2.2.2 Sensibilización central.

En esa misma línea, es muy frecuente que en alguna situación, además de hiperalgesia primaria, el paciente refiera dicha hipersensibilidad en una zona distal a la original de la lesión, esta situación es frecuente en pacientes con una condición de DC y es denominado como hiperalgesia secundaria (Arendt-Nielsen, 2017; Fingleton, Smart, Moloney, Fullen, &

Doody, 2015). Se ha demostrado, que la presencia de DC podría suponer cambios plásticos desadaptativos a nivel medular y supramedular lo cual precipitaría la posibilidad de desarrollar procesos compatibles con una sensibilización central (SC) (Woolf & Latremoliere, 2009). Se ha observado que dichos cambios plásticos desadaptativos pueden mantener la condición de dolor, independientemente de que el origen de dicho dolor sea o no traumático (Woolf & Costigan, 1999).

A nivel neurofisiológico, se ha determinado que la SC es el estado patofisiológico caracterizado por hipersensibilidad generalizada debido a la respuesta mantenida y exagerada de las neuronas que actúan a nivel central (Woolf & Latremoliere, 2009). Además en líneas generales el proceso de SC conlleva una alteración del procesamiento sensorial de la experiencia de dolor y por otro lado una sobreactivación de las vías ascendentes del dolor, debido a la reducción mantenida del umbral (Ji, Kohno, Moore, & Woolf, 2003) y por consecuencia un aumento de sensibilidad, y una inhibición de los mecanismos antinociceptivos descendentes (Meeus, Nijs, Van de Wauwer, Toeback, & Truijen, 2008; Staud, Craggs, Robinson, Perlstein & Price, 2007).

El proceso de SC se asocia con la aparición y activación por consecuencia en el cuerno dorsal de la médula, de unos receptores denominados N-Metil-D-aspartato (NMDA), además de una liberación de ciertos neurotransmisores como: glutamato, sustancia P y factor neurotrófico derivado del cerebro (BNDF) (Bjurstrom, Giron, & Griffis, 2016; Yang & Chang, 2019). Estos neurotransmisores se unirán a unos receptores concretos, jugando así un papel importante en el desarrollo de la SC aumentando la permeabilidad sináptica y la fosforilación de sustancias como la proteína quinasa A, que actuando a través del receptor tirosina quinasa, aumentará la actividad del NMDA y por lo tanto la hiperalgesia (Pak, Yong, Kaye, & Urman, 2018; Yang & Chang, 2019).

Por otro lado, se ha observado que uno de los procesos neurobioquímicos que interviene en la recurrencia y el mantenimiento del dolor es la unión del BDNF con el receptor tirosina quinasa B debido a que provoca un aumento de la excitabilidad de la membrana (Bjurstrom et al., 2016; Mifflin & Kerr, 2014; Yang & Chang, 2019).

Todo este proceso puede producir cambios en células gliales (microglía y astrocitos) favoreciendo así, el reconocimiento por parte de los receptores que se expresan en una situación de dolor neuropático, como una situación patógena, lo cual provoca un proceso de retroalimentación en el que se liberan de manera continua sustancia pro-inflamatorias que favorecen el papel excitador por parte del ácido gamma-aminobutírico (GABA) y que en condiciones normales actúa como un inhibidor (Chen, Zhang, Qadri, Serhan, & Ji, 2019; Mifflin & Kerr, 2014).

A nivel clínico, se ha tenido y se tiene como objetivo determinar las características clínicas de un paciente con SC. Los científicos coinciden en que no existe un *gold estándar* que determine la existencia de manera definitiva de este proceso, en cambio, se propone una evaluación de variables cuantitativas sensoriales como la magnitud de la sumación temporal de estímulos (ST), la modulación condicionada, los umbrales de dolor a la presión y umbrales térmicos y la expansión del dolor (Arendt-Nielsen et al., 2018). Se ha observado que dichas variables probablemente se encuentren alteradas debido a la neurofisiología que conlleva este proceso. Por otro lado, es de especial relevancia la evaluación de variables psicosociales en pacientes con SC ya que se ha observado que estos pueden contribuir al mantenimiento y la recurrencia del dolor (Lumley et al., 2011).

1.3 Dolor lumbar.

1.3.1 Definición y prevalencia del dolor lumbar.

El dolor lumbar (DL) es definido por los pacientes como aquel “*dolor situado entre los márgenes inferiores de la parrilla costal y los márgenes superiores de la musculatura glútea con o sin irradiación a miembro inferior*” (Airaksinen et al., 2006; Chou et al., 2007; Van Tulder et al., 2006).

La literatura disponible demuestra que el DL es el problema musculoesquelético más prevalente, estudios de investigación determinan que el índice de prevalencia de DL en un año varía entre el 18,6% y el 57,4% (Hoy et al., 2012; Rossignol, Rozenberg, & Leclerc, 2009). Se ha estimado que, aunque no se trata de una patología de riesgo ocupa el tercer puesto en la clasificación de enfermedades que mayor discapacidad generan, por detrás de cardiopatía isquémica y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (GBD 2013 DALYs and HALE Collaborators, Murray, & Barber, 2015). A su vez, se ha determinado que es el trastorno ocupacional más común debido a la discapacidad asociada y a su carácter multifactorial, lo que supone un alto índice de cronicidad, que provoca que sea la principal causa de absentismo laboral y uno de los motivos de consulta más comunes en los centros de atención primaria y atención especializada, suponiendo así un elevado coste socioeconómico (da Luz et al., 2013; Wajswelner, Metcalf, & Bennell, 2012). Es importante tener en cuenta que, aunque artículos de investigación determinan que en la mayoría de las ocasiones los síntomas agudos desaparecen tras cuatro-seis semanas, se trata de uno de los problemas musculoesqueléticos con mayor índice de cronicidad (Hancock, Maher, & Latimer, 2008; Hancock, Maher, Latimer, Herbert, & McAuley, 2009; Refshauge & Maher, 2006; Stanton et al., 2008; Stanton, Latimer, Maher, & Hancock, 2010). El DL crónico (DLC) afecta hasta el 23% de la población mundial, y se estima que entre el 24% y el 80% de los pacientes tienen episodios recurrentes al año (Balagué, Mannion, Pellisé, & Cedraschi,

2012; Hoy, Brooks, Blyth, & Buchbinder, 2010). Dentro del DLC podemos diferenciar entre DLC específico (DLCE) y DLC inespecífico (DLCI). El DLCE es aquella condición clínica atribuible a una alteración estructural, aunque se trata de un diagnóstico difícil ya que en ocasiones no se puede correlacionar los síntomas del paciente con la posible fuente de síntomas (Hancock et al., 2007). Se estima que la prevalencia de DLCE varía entre el 5-10% (Koes, van Tulder, & Thomas, 2006). El diagnóstico más frecuente dentro de este grupo es hernia discal (5-10%) o espondilólisis (10%) (Downie et al., 2013; Jarvik & Deyo, 2002; Koes et al., 2006). En cambio, el DLCI es definido como aquella condición clínica que no está precedida de ninguna patología o daño relevante y según la *Organización Mundial de la Salud* supone el 90% de los casos (Rozenberg, Foltz, & Fautrel, 2012). Teniendo en cuenta la severidad y magnitud de este trastorno musculoesquelético es importante observar cuales son aquellos posibles factores de riesgo que contribuyen al desarrollo del DL (Katz, 2006). Distintas investigaciones determinan que entre los factores más relevantes se encuentran los factores psicosociales, la satisfacción laboral, la edad, el nivel educativo, el sobrepeso y la obesidad (Amiri, Behnezhad, & Azad, 2020; Buruck, Tomaschek, Wendsche, Ochsmann, & Dörfel, 2019; Dionne, Dunn, & Croft, 2006; Dionne et al., 2001; Fernández-De-Las-Peñas et al., 2013; Hoy et al., 2010; Linton, 2000; Pinheiro et al., 2015; Scherer et al., 2016; Van Tulder, Koes, & Bombardier, 2002; Zhang et al., 2016).

En cuanto a la edad, se ha observado que la prevalencia del DL aumenta a medida que avanzamos en edad, al igual, que aumenta la asistencia sanitaria debido a este problema cuanto mayor es la persona que lo padece. Es cierto, que la prevalencia de DL en adolescente cada vez es mayor (Jeffries, Milanese, & Grimmer-Somers, 2007), pero también se ha determinado que la presencia de este problema a mayor edad se asocia con una mayor severidad de los síntomas (Dionne, Dunn, & Croft, 2006; Hoy et al., 2012). Por otro lado, el nivel de educación y determinados factores psicológicos como la ansiedad o la depresión

han demostrado ser factores asociados al DL recurrente (Amiri, Behnezhad, & Azad, 2020; Dionne, Dunn, & Croft, 2006; Hoy et al., 2012; Linton, 2000; Othman et al., 2020; Vlaeyen & Linton, 2000). Por último, la insatisfacción laboral se ha relacionado en varios estudios de investigación con un mayor riesgo de transición de DL agudo (DLA) a DLC (Buruck et al., 2019; Van Tulder et al., 2002).

1.3.2 Sistema de clasificación del dolor lumbar.

Tradicionalmente, el diagnóstico del DL sigue siendo en muchos casos pato-anatómico, sin embargo, en numerosas ocasiones los hallazgos encontrados en las pruebas de imagen complementarias no se correlacionan con la intensidad de dolor y el nivel de discapacidad de los pacientes (Hancock et al., 2007; Nachemson, 1999). Es por ello, por lo que es importante destacar que según las guías de práctica clínica dividen el DL en tres subgrupos; por un lado, pacientes en los que el dolor se asocia a una patología previa, en segundo lugar, pacientes con un diagnóstico de dolor de tipo neuropático asociado así a una condición neurológica y por último, pacientes que presentan DLCI (Rozenberg et al., 2012). En cambio otras investigaciones han determinado la clasificación del DL en base al tiempo de duración (Atlas & Deyo, 2001; Heuch & Foss, 2013). Se define como DLA aquel episodio de DL que tiene una duración menor a seis semanas, en segundo lugar, se determina que el DL subagudo oscila entre seis y doce semanas y por último el DLC, es aquel que se presenta durante más de 12 semanas (Atlas & Deyo, 2001; Heuch & Foss, 2013).

Por otro lado, Smart y colaboradores clasifican este trastorno musculoesquelético en relación con los posibles mecanismos neurofisiológicos implicados. Según dicha clasificación el DL puede tener una base nociceptiva, neuropática o una posible alteración del procesamiento de dolor a nivel central (Smart, Blake, Staines, Thacker, & Doody, 2012). Siguiendo esta línea de clasificación, destaca la propuesta por Nijs y colaboradores en el año 2015, en la que agrupa a los pacientes con DLC atendiendo a dos posibles escenarios; la presencia de DL de

tipo neuropático crónico, justificado porque el DL radicular crónico es el síndrome de dolor neuropático más común y presenta como base neurofisiológica un posible proceso de SC. En segundo lugar, señala la presencia de DL de tipo nociceptivo crónico que podría conllevar también un proceso de SC y hace referencia a aquellos pacientes que presentan un dolor de tipo desproporcionado sin características neuropáticas y que no presenta una patología determinada como fuente de síntomas (Nijs et al., 2015).

Retomando la diferenciación del DL en base a la etiología, una revisión sistemática realizada en el año 2017 aboga en mayor medida por la subclasificación y el diagnóstico clínico de aquellas patologías pertenecientes al tipo de DL específico. Determina que la clasificación clínica más idónea hasta el momento trata de diagnosticar mediante conjuntos de prueba ortopédicas y de imagen, que han demostrado una buena sensibilidad y especificidad, la posible fuente de síntomas barajando opciones entre los siguientes cuadros clínicos: dolor discogénico con o sin síntomas radiculares, dolor facetario, dolor de la articulación sacroilíaca, estenosis de canal, espondilolistesis o un posible proceso de SC (Petersen, Laslett, & Juhl, 2017). Es cierto, que esta clasificación hace mayor hincapié sobre aquellos procesos con características específicas, en cambio es la clasificación de O'Sullivan y colaboradores, una de las que contemplan de manera indirecta la temporalidad y de manera directa la diferencia que existe entre el DL específico y no específico. Otras investigaciones han apoyado dicha clasificación, la cual define el DL de la siguiente manera: (O'Sullivan, 2005, 2012a; O'Sullivan et al., 2014; Fersum, O'Sullivan, Kvåle, & Skouen, 2009);

- *Dolor lumbar crónico de carácter específico*

Es aquella condición atribuible a una causa o patología específica como puede ser una lesión interna del disco, patologías como la espondilolistesis o espondilólisis o la presencia de un tumor. Se trata de una condición de difícil diagnóstico ya que la presencia de una alteración

estructural mediante pruebas de imagen no tiene por qué justificar que sea la fuente de síntomas (Hancock et al., 2007). Siguiendo esta línea, el colegio americano de radiología determina que solo es necesario realizar pruebas de imagen en pacientes con DL cuando no existe una mejoría mediante tratamiento convencional tras 6 semanas o si se sospecha de la presencia de alguna bandera roja como puede ser síndrome de cauda equina o la presencia de algún signo de malignidad (Chou, Qaseem, Owens, & Shekelle, 2011; Patel et al., 2016). Se ha observado mediante estudios de investigación que solo en el 20% de los casos se hace un diagnóstico preciso (Casazza, 2012).

- *Dolor lumbar crónico de carácter inespecífico (DLCI)*

Es aquella condición clínica no atribuible a una causa o patología específica (Savigny, Watson, & Underwood, 2009). En muchos de los casos es considerado un diagnóstico de exclusión (Koes et al., 2010; Oostendorp et al., 2004; Verkerk et al., 2015). Se estima que la prevalencia del DL no específico es entorno al 90% (Koes et al., 2006). Dentro de esta clasificación podemos encontrar dos escenarios clínicos (O'Sullivan et al., 2014):

- Pacientes con diagnóstico de DLCI con características mecánicas: Son aquellos sujetos que presentan DLCI con un foco anatómico claro y una respuesta proporcionada de dolor ante un comportamiento mecánico concreto. En la entrevista clínica presentan factores claros que empeoran los síntomas y factores claros que mejoran la sintomatología. A su vez, como potenciadores de la experiencia de dolor se han definido la presencia de posturas o movimientos desadaptativos, el estilo de vida y factores cognitivos como pueden ser creencias desadaptativas (O'Sullivan, 2005, 2012a; O'Sullivan et al., 2014; Fersum et al., 2009).
- Pacientes con diagnóstico de DLCI sin características mecánicas: Son aquellos sujetos que presentan DLCI sin un foco anatómico claro, de naturaleza espontánea,

constante, sin relación con un componente mecánico y que desencadena una respuesta desproporcionada ante una respuesta de dolor. Suelen presentar una elevada influencia de factores psicosociales asociados a la experiencia de dolor (O'Sullivan, 2005, 2012; O'Sullivan et al., 2014; Fersum et al., 2009).

Diferentes autores señalan que los pacientes pueden presentar un diagnóstico de tipo mixto ya que cada uno de ellos conlleva mecanismos neurofisiológicos subyacentes diferentes. Se ha observado que en el caso de DLCI de tipo mecánico está relacionado en mayor medida con procesos como SP que puede trascender en numerosas ocasiones a procesos de SC. En cambio, en el caso del DLCI sin características mecánicas, se relaciona de manera más directa con cambios más extensos en el procesamiento de dolor a nivel central (O'Sullivan, 2005, 2012; Fersum et al., 2009). Acorde con esto último, O'Sullivan y colaboradores en 2014, determinaron en su investigación que aquellos sujetos con DLCI sin características mecánicas presentaron una mayor intensidad de dolor, más expansión del dolor, mayor ingesta de medicación y mayor discapacidad que aquellos sujetos que presentaron DLCI de características mecánicas (O'Sullivan et al., 2014).

1.4 Factores bioconductuales implicados en el dolor lumbar crónico inespecífico.

Toda experiencia de dolor conlleva una serie de alteraciones sensoriomotoras, cognitivas y afectivas entre otras. Son numerosos los estudios realizados en pacientes con DLC en los que se analizan variables psicológicas, físicas y sensoriales.

1.4.1 Factores sensoriomotores.

La función sensoriomotora abarca todos aquellos factores sensoriales y motores necesarios para que un sujeto interactúe con el entorno de forma óptima. La disfunción sensoriomotora es definida como el proceso de alteración de comportamiento motor, y/o una interpretación distorsionada o una aferencia sensorial inexacta (Hodges & Falla, 2015). La alteración de

alguno de los aspectos de este sistema puede desencadenar un grado de discapacidad y contribuir al mantenimiento del dolor y al aumento de síntomas (Hodges & Falla, 2015; Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

1.4.1.1 Factores somatosensoriales.

La evaluación de variables cuantitativas sensoriales pone de manifiesto la posible presencia de un proceso de SC como proceso neurofisiológico implicado en la experiencia de dolor. Aun así, debido a la heterogeneidad de los pacientes con DLCI existen estudios que no han encontrado la presencia de dicha hiperalgesia generalizada, observando que las pruebas para evaluar la sensibilidad son potencialmente influenciadas por factores como el género, la edad, factores genéticos y factores psicosociales (Heffner, France, Trost, , & Pigeon, 2011; Mitchell et al., 2009; O'Sullivan, 2005; Woolf, 2011).

Entre las características somatosensoriales de los pacientes con DLC, estudios de investigación han demostrado que bajo esta condición clínica pueden presentarse umbrales de dolor a la presión disminuidos, es decir, hiperalgesia. Dicha hiperalgesia es un signo frecuentemente encontrado bajo un proceso de SP denominada como hiperalgesia primaria (Farasyn & Lassat, 2016), pero se ha observado que un porcentaje alto de pacientes pueden presentar hiperalgesia secundaria o distal a la región dolorosa lo que puede conllevar como mecanismo subyacente a un proceso de SC. En la misma línea, se ha determinado que los sujetos con DLCI en comparación con sujetos asintomáticos presentan menos toleración a la prueba de umbrales de dolor a la presión y menores umbrales térmicos (O'Neill, Larsen, Nim, & Arendt-Nielsen, 2019). La presencia de hiperalgesia generalizada y la hiperalgesia térmica son indicativos de una posible alteración de procesamiento a nivel central (Woolf & Latremoliere, 2009).

Por otro lado, otra característica frecuente en esta población es la alteración de la sensibilidad. De hecho se ha observado que existen muchos factores que pueden contribuir a la recurrencia del DL, entre ellos una alteración del sistema somatosensorial podría ser un factor contribuyente a tener en cuenta (Apkarian, Hashmi, & Baliki, 2011; Catley, O'Connell, Berryman, Ayhan, & Moseley, 2014; Moseley & Flor, 2012). Los pacientes con DLCI presentan una menor capacidad en la discriminación de dos puntos en comparación con sujetos asintomáticos en la región lumbar, en cambio, estudios recientes demuestran que no existen diferencias en comparación con sujetos asintomáticos en cuanto a la discriminación táctil en una región distal a la zona de dolor (Catley, O'Connell, Berryman, Ayhan, & Moseley, 2014; Ehrenbrusthoff, Ryan, Grüneberg, & Martin, 2018; Meints et al., 2019). Dicho proceso puede tener su base neurofisiológica en la existencia de una distorsión en la representación corporal a nivel de la corteza somatosensorial debido a la experiencia de dolor. Estudios de investigación han observado que existe un fenómeno de convergencia entre la corteza motora y somatosensorial que podría justificar dicha alteración en pacientes con DLCI (Adamczyk, Luedtke, & Szikszay, 2018; Macdonald, Moseley, & Hodges, 2009; Pleger et al., 2001, 2003; Schmidt-Wilcke et al., 2018; Tegenthoff et al., 2005).

A su vez, también se ha observado que es frecuente encontrar que los pacientes con DLC presentan un fenómeno denominado magnitud de ST de estímulos o *wind up*, es decir, una mayor intensidad ante la presencia de estímulos repetitivos (en este caso mecánicos) (Goubert, Danneels, & Graven-nielsen, 2017; Viniol et al., 2015), una alteración en la modulación condicionada del dolor (Rabey et al., 2015) y una expansión del dolor en comparación con sujetos asintomáticos. El posible proceso neurofisiológico por el que se obtienen todos estos resultados se debe a una amplificación de la señal de dolor a nivel central (Campbell & Edwards, 2009; Kasch, Qerama, Bach, & Jensen, 2005; Meeus & Nijs,

2007; Scott, Jull, & Sterling, 2005). Dichos cambios pueden deberse a la influencia de otros factores que impactan sobre otros sistemas como es el sistema inmune (O'Sullivan, 2012). En concreto, la expansión del dolor es una variable clínica importante y ha demostrado tener un gran impacto sobre la funcionalidad, la calidad de vida y los factores psicológicos (Landmark et al., 2013; Papageorgiou, Silman, & Macfarlane, 2002). Los cambios neuroplásticos desadaptativos producidos por una condición de DC, están relacionados con la presencia de un dolor de tipo generalizado además de con elevados índices de ansiedad y depresión (Hagen, Linde, Heuch, Stovner, & Zwart, 2011; Reis et al., 2018; Ris et al., 2019).

1.4.1.2 Factores motores.

Entre los factores motores, se ha estudiado que variables físicas o funcionales se encuentra alteradas en pacientes con DLCI, y en qué medida pueden actuar como predictores de dolor y discapacidad lumbar (Rabey, Smith, Beales, Slater, & O'Sullivan, 2017). La limitación de su actividad física (AF) y de ocio puede conducir a un desacondicionamiento físico que junto con aquellos componentes afectivos y cognitivos pueden contribuir al mantenimiento de los síntomas (Jette & Jette, 1996; Smeets et al., 2006).

En primer lugar, se ha observado que variables como la resistencia muscular y el rango de movimiento (ROM) pueden asociarse a la intensidad de dolor y discapacidad (Atya, 2013; Jette & Jette, 1996). Siguiendo esta línea, un estudio de investigación demostró que tanto el nivel de autoeficacia como el ROM en el gesto de flexión en pacientes con DLC puede explicar un 30% de la varianza de la discapacidad lumbar. Del mismo modo encontraron diferencias significativas con respecto a sujetos asintomáticos en variables de carácter físico como el ROM, el control motor (CM), la fuerza y la estabilidad postural (La Touche, Grande-Alonso, Arnés-Prieto, & Paris-Alemany, 2019).

Se ha demostrado que un CM deficiente es un importante factor de riesgo en el desarrollo de DLCI (Henry, Hitt, Jones, & Bunn, 2006). De hecho, los pacientes con DLCI presentan una alteración del CM de la musculatura profunda que conlleva una disminución de la estabilidad o control postural (Hodges & Moseley, 2003; Mi, Ye, Zhao, & Zhao, 2018).

Otra de las variables funcionales que pueden verse afectadas en pacientes con DLC es el equilibrio (Alexander & LaPier, 1998; da Silva et al., 2018; Lafond et al., 2009; Mazaheri, Coenen, Parnianpour, Kiers, & van Dieën, 2013). Estudios de investigación sugieren que existe una relación entre la alteración propioceptiva de la región lumbar y una alteración en el equilibrio o control postural, hipotetizándose que la base neurofisiológica puede en los cambios desadaptativos presentes en la corteza motora debido a la cronificación de los síntomas, además de un posible desacondicionamiento físico (Brumagne, Janssens, Knapen, Claeys, & Suuden-Johanson, 2008; Caffaro et al., 2014; Mientjes & Frank, 1999; Tsao, Galea, & Hodges, 2008). Estudios de investigación atribuyen la alteración en el equilibrio o control postural a una disminución de fuerza de los músculos erectores de la columna y a los déficits en el sistema propioceptivo (Ganesh, Chhabra, Pattnaik, et al., 2015). En definitiva, existen múltiples factores que llevan a un paciente a desarrollar una condición de DLCI (Cholewicki et al., 2005). Entre los factores motores se han encontrado la presencia de una alteración en los patrones de actividad muscular, la reducción de fuerza de la musculatura implicada y por consecuencia su reducción morfológica y la alteración de la estabilidad de la región lumbar (Beneck & Kulig, 2012; Ebenbichler, Oddsson, Kollmitzer, & Erim, 2001; van Dieën, Selen, & Cholewicki, 2003). Por lo tanto, es indispensable la realización de una evaluación multifactorial en este tipo de población. A continuación, se expone la **figura 2**

que resume las principales variables sensoriomotoras que puede verse afectadas en pacientes con DLCI (Figura 2).

Factores somatosensoriales	Factores motores
<input type="checkbox"/> Hiperalgnesia 1ª	<input type="checkbox"/> Disminución de la resistencia de la musculatura
<input type="checkbox"/> Hiperalgnesia 2ª	<input type="checkbox"/> Disminución del ROM
<input type="checkbox"/> Disminución de umbrales de dolor a la presión	<input type="checkbox"/> Alteración del control motor
<input type="checkbox"/> Hiperalgnesia térmica	<input type="checkbox"/> Disminución de la fuerza muscular
<input type="checkbox"/> Menor discriminación táctil	<input type="checkbox"/> Menor estabilidad postural
<input type="checkbox"/> Mayor intensidad de dolor a la sumación temporal de estímulos mecánicos	<input type="checkbox"/> Alteración del equilibrio
<input type="checkbox"/> Expansión del dolor	
<input type="checkbox"/> Alteración en la modulación condicionada del dolor	

Figura 2. Resumen de las variables sensoriomotoras que se pueden encontrar afectadas en pacientes con DLCI.

1.4.2 Factores psicológicos

Entre los factores psicosociales implicados en pacientes con DLCI podemos dividirlos en dos grandes grupos; factores afectivos y factores cognitivos.

1.4.2.1 Factores afectivos

Entre los factores afectivos, se ha observado que los pacientes con DLCI pueden presentar altos índices de ansiedad y depresión. Se ha demostrado que la cronicidad puede contribuir al desarrollo de estos factores lo cual contribuye de manera negativa sobre la calidad de vida y discapacidad de quien lo padece (Linton & Bergbom, 2011). Se define depresión como un estado bajo de ánimo, de manera persistente, que conlleva a una pérdida de interés por

las cosas habituales. En cambio, la ansiedad es definida como el estado de nerviosismo, preocupación e inquietud. Estudios de investigación han demostrado que de manera habitual se da la presentación de ambas condiciones clínicas bajo un escenario de DC (Bair, Wu, Damush, Sutherland, & Kroenke, 2008; Kroenke et al., 2011). Un estudio demostró que existe una relación entre la presencia de síntomas depresivos y dolor, determinando que en el 85% de los casos de depresión también se presentó una condición dolorosa crónica asociada (Bair, Robinson, Katon, & Kroenke, 2003). A nivel neurofisiológico, se ha relacionado la alteración de variables afectivas con el DC, por la implicación y participación de áreas como la ínsula, la corteza prefrontal, la corteza cingulada anterior y la amígdala en la experiencia de dolor. La depresión y la ansiedad suponen cambios a nivel neurobioquímico que finalmente participan en aquellos cambios neuroplásticos desadaptativos que se producen a nivel medular y supramedular (Sheng, Liu, Wang, Cui, & Zhang, 2017). En esta misma línea, un estudio realizado en pacientes con DL subagudo y DLC, observaron que en una situación de cronificación los núcleos centrales implicados en el proceso de dolor son aquellas áreas relacionadas con la emoción (Hashmi et al., 2013).

1.4.2.2 Factores cognitivos

Existen una serie de factores cognitivos presentes de manera frecuente en pacientes con DLCI. Destaca la presencia de pensamientos catastrofistas, la falta de autoeficacia o las creencias de miedo-evitación, pudiendo actuar éstos como obstáculos para el proceso de recuperación.

Numerosos estudios determinan que el grado de autoeficacia es un factor determinante y mediador en la intensidad de dolor y la discapacidad, y se encuentra alterado en muchas situaciones de DLCI (Costa, Maher, Mcauley, Hancock, & Smeets, 2011; Lee et al., 2015; Woby, Urmston, & Watson, 2007), siendo junto a las creencias de miedo-evitación los factores predictores más potentes de la discapacidad, incluso más que la propia cronicidad y

la intensidad de dolor (Denison, Asenlof, & Lindberg, 2004; Turner, Ersek, & Kemp, 2005; Waddell, Newton, Henderson, Somerville, & Main, 1993).

Se ha observado que los pacientes con DLCI que presentan un elevado índice de autoeficacia, presentan un menor riesgo para presentar conductas de miedo-evitación (Vlaeyen & Linton, 2000) demostrando así tener una mayor capacidad para realizar tareas motoras, mayor ROM y una mejor estabilidad estática, además de una menor influencia por parte de aquellos factores psicosociales (La Touche et al., 2019). La presencia de estas conductas conlleva a una serie de condiciones catastrofistas por parte del paciente que pueden tener una especial relevancia en la recurrencia del dolor (Woby, Watson, Roach, & Urmston, 2004).

Atendiendo al modelo miedo-evitación, la presencia de condiciones catastrofistas suponen el desarrollo de conductas de miedo al movimiento. El miedo al movimiento o kinesiofobia es una variable afectada de manera frecuente en pacientes con DLCI. En relación con esto, se sabe que la observación de determinados movimientos en sujetos con DLCI, puede conllevar a una elevada percepción por parte del paciente de miedo al movimiento e incluso de dificultad para la ejecución real (Pérez-Fernández et al., 2015). La kinesiofobia junto con el catastrofismo ante el dolor, se han considerado predictores de la recurrencia del dolor en pacientes con DLCI, además mantienen una asociación con la percepción de la intensidad del dolor de quien lo padece (Grotle, Foster, Dunn, & Croft, 2010; Sullivan et al., 2009).

A su vez, se ha demostrado que aquellos sujetos con DLCI que presentan mayor índice de catastrofización al dolor, mayor kinesiofobia, mayor intensidad del dolor y una percepción peor de su estado de salud presentan un mayor índice en el inventario de SC (Huysmans et al., 2018).

Para finalizar, se ha observado que tanto variables físicas como psicológicas contribuyen y están implicadas en el desarrollo de discapacidad en pacientes con DLCI. Un estudio de investigación determinó que existe una correlación negativa entre la discapacidad, el nivel de autoeficacia, el ROM lumbar y la fuerza de dicha región (La Touche, Perez-Fernandez, et al., 2019). Por lo que podemos sacar la conclusión que lo idóneo ante un paciente con DLCI es realizar una evaluación multidimensional y observar cómo interactúan todas estas variables descritas.

1.5 Métodos de representación mental del movimiento en el dolor lumbar crónico inespecífico.

1.5.1 Concepto y definición.

Se ha determinado que las técnicas de representación mental del movimiento más comúnmente utilizadas a nivel clínico y respaldadas por la evidencia científica son la imagería motora (IM) y la observación de acciones (OA) (Thieme, Morkisch, Rietz, Dohle, & Borgetto, 2016). La IM es definida por Decety en el año 1996, como una habilidad cognitiva y dinámica que implica la representación de una acción sin su ejecución motora real (Decety, 1996). Dentro del proceso de IM existen dos tipos; la IM cinestésica y la IM visual (Collet, Di Rienzo, El Hoyek, & Guillot, 2013; Decety, 1996). Se ha definido que la IM cinestésica forma parte de una práctica mental en la que el sujeto se centra en reproducir mentalmente las sensaciones de la acción, en cambio, la IM visual es el proceso de práctica mental en el que el sujeto enfoca su atención a la ejecución mental de dicha actividad (Solodkin, Hlustik, Chen, & Small, 2004).

Por lo tanto, la IM permite la práctica de imaginar movimientos sin necesidad de ejecutarlos garantizando así la activación de áreas similares al proceso de realización real del mismo (Buccino et al., 2004; Decety, 1996; Jeannerod, Arbib, Rizzolatti, & Sakata, 1995; Kim, Jennings, Strupp, Andersen, & Ugurbil, 1995; Lacourse, Orr, Cramer, & Cohen, 2005; M

Lotze et al., 1999) . En cambio, la OA, evoca una simulación interna motora, en tiempo real, de los movimientos que el observador está percibiendo visualmente (Buccino, 2014; Rizzolatti & Sinigaglia, 2010). Tanto la OA como la IM comparten un gran número de procesos mentales comunes basados principalmente en la percepción sensorial, y la información almacenada por los sistemas de memoria (Jeannerod et al., 1995) Aunque ambas técnicas comparten y son similares en cuanto a las bases neurofisiológicas, presentan diferencias entre la ejecución real del movimiento y el proceso de imaginación, ya que la OA supondrá una menor demanda cognitiva ya que el sistema nervioso accede de manera inconsciente a procesos de retroalimentación visual y propioceptiva mientras que el proceso de IM depende de la capacidad de creación de una imagen mental motora sin contar con un proceso de retroalimentación visual (Glover & Baran, 2017).

1.5.2 Procesos neurofisiológicos implicados en la representación mental del movimiento.

La base neurofisiológica de la representación mental del movimiento se remonta al descubrimiento de las neuronas espejo descubiertas por Giacomo Rizzolatti y colaboradores. Este grupo de investigación observó que estas neuronas se activaban al observar la realización de una acción en otro individuo y no solo a la ejecución propia (Rizzolatti, Fadiga, Gallese, & Fogassi, 1996).

El descubrimiento surge en la década de 1990 realizando una serie de investigaciones en macacos observando la activación de dichas neuronas, en un primer momento, en el área premotora ventral y en el área parietal inferior ante la observación de una acción concreta (Gallese, Fadiga, Fogassi, & Rizzolatti, 1996; Rizzolatti et al., 1996). A su vez, se encontraron otro tipo de neuronas denominadas como neuronas canónicas, las cuales responden a la representación de objetos tridimensionales (Jeannerod et al., 1995). De esta

manera, la participación de estos dos tipos de neuronas permite la comprensión de actos motores dirigidos en función de los objetivos (Jeannerod et al., 1995).

Posteriormente, se ha observado en distintos tipos de población que estas neuronas se encuentran también presentes en áreas como el área motora suplementaria o en la corteza temporal-medial, definiéndose así aún más el Sistema de Neuronas Espejo (Mukamel, Ekstrom, Kaplan, Iacoboni, & Fried, 2010). A su vez, observaron que como parte de este sistema también se encuentra el área de Broca ya que juega un importante papel en la imitación y mantiene una conexión con la circunvolución frontal inferior (Heiser, Iacoboni, Maeda, Marcus, & Mazziotta, 2003).

Es debido a todo esto, por lo que un entrenamiento de representación mental conlleva una activación de áreas corticales relacionadas con la planificación y ejecución del movimiento real (Bunno, Suzuki, & Iwatsuki, 2015; Guillot & Collet, 2005). Durante el proceso de IM u OA, se ha demostrado que se activa la corteza prefrontal, área motora suplementaria, corteza premotora, corteza cingulada anterior y corteza parietal dorsolateral, además de que la región posterior del cerebelo actúa implementando la inhibición de la ejecución real del movimiento (Buccino, 2014; Buccino et al., 2004; Kim et al., 1995; Lacourse et al., 2005; Martin Lotze et al., 1999).

1.5.3 Abordaje mediante imaginería motora u observación de acciones en el dolor lumbar crónico inespecífico.

Se ha observado que los pacientes con DC pueden presentar dificultades y una alteración del rendimiento durante la realización de IM (Stanton et al., 2012). Dicha dificultad puede venir condicionada por la alteración somatosensorial y propioceptiva que puede suponer una distorsión de la representación corporal a nivel cortical (Bowering et al., 2014; Stanton et al., 2012). Estudios anteriores han observado que existe una dificultad por parte de los

pacientes con DLCI en la planificación del movimiento, además de presentar diferencias significativas en la participación de las áreas involucradas en el proceso de OA con respecto a sujetos asintomáticos, lo que supone un hándicap en el proceso de recuperación mediante técnicas de representación mental del movimiento (Bowering et al., 2013; Vrana et al., 2015).

Las intervenciones mediante técnicas de IM, reentrenamiento sensorial, OA o retroalimentación visual mediante terapia de espejo han demostrado ser efectivas en otras condiciones de DC como el síndrome complejo regional o el síndrome de miembro fantasma, teniendo como base neurofisiológica la producción de cambios neuroplásticos adaptativos (Daffada, Walsh, McCabe, & Palmer, 2015; Limakatso, Corten, & Parker, 2016; Moseley, 2004). Además, se ha observado que dichas técnicas no solo tienen influencia sobre variables sensoriales o psicológicas, sino que en otras poblaciones con DC se ha demostrado que la realización de OA mejoran la funcionalidad y la fuerza (Di Rienzo et al., 2019; Gonzalez-Rosa et al., 2015; Mirelman, Patrìtti, Bonato, & Deutsch, 2010). Un estudio reciente realizado en sujetos asintomáticos ha determinado que las técnicas de representación mental del movimiento pueden tener efectos beneficiosos sobre los umbrales de dolor a la presión y la fuerza lingual, pero es necesario seguir en esta línea de investigación combinando dichas técnicas con la prescripción de ejercicio y determinar la dosis adecuada teniendo en cuenta la fatiga que éstas pueden provocar (Suso-Martí, Paris-Alemany, La Touche, & Cuenca-Martínez, 2020). A su vez, otra investigación reciente demuestra que la realización de OA o de ejercicio activo también supone en sujetos asintomáticos cambios en los umbrales de dolor a la presión en la región cervical además de en la modulación del dolor, en la resistencia muscular y en la atención, sugiriendo que es necesario realizar estudios de investigación en esta línea en sujetos sintomáticos (Morales Tejera et al., 2020). En esta misma línea, se ha demostrado que ambas técnicas son capaces de provocar cambios en la modulación

descendente y en la excitabilidad cortical por el fenómeno de distracción que conllevan (Volz, Suarez-Contreras, Portilla, Illigens, et al., 2015; Volz, Suarez-Contreras, Portilla, & Fregni, 2015).

En cambio, hasta el momento son pocas las investigaciones de calidad realizadas en pacientes con DLCI. Un estudio de investigación realizado en esta población, demuestra que la realización de determinados ejercicios de CM junto con una instrucción basada en IM fue más efectiva que la realización del ejercicio con las instrucciones habituales, lo cual indica que tras la realización de técnicas de representación mental del movimiento existe una mejora en el aprendizaje y adquisición de habilidades motoras (La Touche, Sánchez-Vázquez, et al., 2019). Estos resultados nos sugieren que la utilización de este tipo de técnicas en pacientes con DLCI es relevante y prometedora, ya que como hemos comentado hasta el momento son determinantes en la mejora de la planificación del movimiento, la disminución de la intensidad de dolor y el aumento del ROM, sobre todo en situaciones de inmovilización o de una elevada influencia de factores psicosociales como la kinesiofobia (de-la-Puente-Ranea, García-Calvo, La Touche, Fernández-Carnero, & Gil-Martínez, 2016; Hidalgo-Peréz et al., 2015; Nobusako, Matsuo, & Morioka, 2012; Pincus, Burton, Vogel, & Field, 2002).

Aun así, la última revisión sistemática, que versa sobre la aplicación de IM u OA en pacientes con DMC, concluye que dichas técnicas son capaces de reducir la intensidad de dolor pero que hasta el momento, debido a la heterogeneidad de los estudios realizados, no se puede evaluar de manera precisa su eficacia (Suso-Martí, La Touche, Díaz-Parreño, & Cuenca-Martínez, 2020).

A pesar de todos los posibles beneficios que pueden presentar estas técnicas se debe seguir investigando ya que en algunas condiciones de DC puede provocar un aumento de síntomas

y por lo tanto es necesario definir cuándo podremos incluir como parte de la intervención técnicas de representación del movimiento sin riesgo de aumento de síntomas (Johnson et al., 2012; Moseley et al., 2008).

1.6 Técnicas de tratamiento fisioterápico en el dolor lumbar crónico inespecífico.

1.6.1 Terapia Manual.

1.6.1.1 Definición y efectos neurofisiológicos de la terapia manual.

La terapia manual (TM) es definida por la Asociación Americana de Terapia Física (APTA) como el conjunto de técnicas de movilización y manipulación para tratar problemáticas de dolor y disfunción musculoesquelética (American Physical Therapy Association., 2004). La TM ofrece un amplio abanico de técnicas específicas para el tratamiento de los trastornos musculoesqueléticos con el propósito de obtener una modulación del dolor mediante los efectos neurofisiológicos producidos tanto a nivel periférico, como a nivel central (Vicenzino, Collins, Benson, & Wright, 1998).

A nivel periférico se ha demostrado que mediante la aplicación de la TM se producen cambios directamente sobre los mediadores inflamatorios y sobre los nociceptores periféricos (Bialosky, Bishop, Price, Robinson, & George, 2009; Malisza et al., 2003). En el año 2006, se observó una disminución del nivel en sangre de citoquinas en sujetos sometidos a un tratamiento de TM (Teodorczyk-Injeyan, Injeyan, & Ruegg, 2006). Además, también se han demostrado la presencia de cambios plasmáticos de los niveles de opioides endógenos como β -endorfinas, serotonina, araquidonoiletanolamida, N-palmitoiletanolamida y cannabinoides endógenos (Degenhardt et al., 2007).

Por otro lado, a nivel central existen cambios tanto a nivel medular como a nivel supramedular (Bialosky et al., 2009). A nivel medular, existe evidencia científica que demuestra mediante resonancia magnética funcional, que la TM provoca una disminución de la actividad de la asta posterior de la médula espinal (Malisza et al., 2003). En cambio, a

nivel supramedular se ha demostrado la participación de diversas estructuras centrales en la experiencia del dolor tales como la sustancia gris periacueductal, la amígdala, la corteza cingulada anterior y la médula rostral ventromedial (Guo et al., 2006; Peyron, Laurent, & Garcia-Larrea, 2000). Existe una tendencia de producción de una actividad disminuida de la activación de dichas estructuras tras la aplicación de la TM (Guo et al., 2006; Peyron et al., 2000). Además, de manera asociada, se producen respuestas autonómicas simpático-excitatorias y una respuesta opioide. Indirectamente, variables como el placebo, las expectativas y factores psicosociales pueden formar parte en los mecanismos de la TM (Kaptchuk, 2002; Moulson & Watson, 2006; Vernon, Dhami, Howley, & Annett 1986).

Sin embargo, en los procesos patológicos que cursan con DC, este sistema de modulación del dolor puede estar afectado tal y como describe Lewis en su revisión sistemática y meta-análisis en 2012 (Lewis, Rice, & McNair, 2012).

Los factores cognitivos-conductuales y afectivo-emocionales tienen una importante influencia en la percepción del dolor. Variables psicológicas como el catastrofismo, el miedo al movimiento, las expectativas negativas o la hipervigilancia pueden revertir el efecto analgésico producido por un tratamiento mediante TM inhibiendo los mecanismos neurofisiológicos de la misma (Bushnell, Čeko, & Low, 2013). El estudio realizado por Bialosky en 2008 mostró la influencia de las expectativas sobre una misma técnica de TM resultando que los sujetos, que fueron tratados mediante una técnica de manipulación a alta velocidad habiendo recibido expectativas negativas acerca de la técnica, mostraron un aumento de la percepción del dolor e hiperalgesia primaria en la región lumbar en comparación con los sujetos que fueron tratados con la misma técnica pero habiendo recibido expectativas positivas o neutras (Bialosky, Bishop, Robinson, Barabas, & George, 2008).

Es por ello, que la aplicación de la TM, de manera exclusiva, parece mostrar escasa efectividad para el tratamiento y manejo del DLC. Por otro lado, diversos estudios muestran

que enfoques más prácticos basados en la realización de ejercicio, produce efectos analgésicos más duraderos que la TM, los cuales se mantienen a medio plazo (Furlan et al., 2012; Senna & MacHaly, 2011).

1.6.1.2 Abordaje mediante terapia manual en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico.

Durante décadas se ha intentado determinar cuáles son los efectos de la TM y la duración que tienen en pacientes con DLCI. Se sabe que la realización de técnicas de TM en pacientes con DC produce una liberación de sustancias facilitadoras de la analgesia, pero también se ha determinado que la realización aislada de TM en esta población supone efectos hipoalgésicos inmediatos o a corto plazo, por lo que no es una solución definitiva para la cronicidad (Franke, Franke, & Fryer, 2014; Senna & MacHaly, 2011).

En esta línea, una revisión narrativa reciente concluye que ante la situación de DLCI, las intervenciones mecanicistas como la realización única de TM no ha demostrado tener efectos duraderos por lo que una posible solución para el tratamiento de esta población pasa por realizar un abordaje bioconductual, ya que es la única manera de tener en cuenta las dimensiones cognitivo-evaluativa y afectiva-motivacional que influyen en la experiencia dolorosa del paciente (Cuenca-Martínez, Cortés-Amador, & Espí-López, 2018).

Teniendo en cuenta que ante una situación de cronicidad, la asociación entre daño estructural y dolor no es directa, un abordaje mediante TM solo podría tener cabida ante situaciones de DLA en el que exista una fuente de síntomas clara (Childs et al., 2015; Fritz et al., 2015; Rhon & Fritz, 2015). Aunque una revisión y metaanálisis sobre manipulación y movilización en pacientes con DLC realizada en el año 2018 determina que la aplicación de este tipo de intervenciones presentan un efecto mínimo en cuanto a la intensidad de dolor y discapacidad en comparación con enfoques activos, por lo que determinan que los abordajes multimodales pueden ser opciones prometedoras y necesita una mayor investigación (Coulter et al., 2018).

Es cierto que la TM no solo presenta beneficios por su efecto neurofisiológico o biomecánico, sino que también puede desencadenar la liberación de sustancias analgésicas por el posible efecto placebo que puede provocar como aseguran autores expertos en el campo como Bialosky. Estudios de investigación sobre dicha temática observan la influencia de la TM sobre las expectativas de resultado por parte del paciente, por lo que influye también, de manera indirecta, sobre aquellos factores psicológicos presentes en la experiencia de dolor (Bialosky, Bishop, George, & Robinson, 2011; Bialosky et al., 2009; Bishop, Bialosky, & Cleland, 2011). Este posible efecto de la TM puede explicar la realización de dicha técnica en conjunto con otro tipo de intervenciones con un enfoque más activo en pacientes con DLCI, ya que puede contribuir a las expectativas del paciente y a su adherencia al tratamiento.

El último metaanálisis sobre los efectos de la TM en pacientes con DMC comprueba todo lo descrito anteriormente, indicando que la TM puede suponer una ligera mejoría sobre variables como la ST de estímulos y la modulación descendente por el efecto que supone a nivel del asta dorsal de la médula. Aun así, concluye que hasta el momento el tratamiento más acertado en situaciones de DMC es la realización de estrategias de afrontamiento activas (Arribas-Romano, Fernández-Carnero, Molina-Rueda, Angulo-Díaz-Parreño, & Navarro-Santana, 2020).

1.6.2 Ejercicio terapéutico.

1.6.2.1 Definición y efectos neurofisiológicos del ejercicio terapéutico.

La OMS define la AF como cualquier movimiento corporal producido por el sistema musculoesquelético que requiere un gasto de energía por encima de la tasa metabólica de reposo, incluyendo las actividades realizadas durante el trabajo, actividades domésticas, actividades recreativas, deporte y ejercicio (Garber et al., 2011; World Health Organization., 2015). Dentro de la AF se presenta una subcategoría con objetivo terapéutico como es el

ejercicio terapéutico (ET). El ET es definido como un plan de ejercicio físico diseñado y prescrito para facilitar la recuperación de enfermedades o de cualquier alteración del movimiento y de las actividades de la vida diaria (Kottke & Stillwell, 1982; World Health Organization., 2015). La aplicación del ET en pacientes con DC ha sido ampliamente estudiada y comparada con otro tipo de intervenciones, la Guía de práctica clínica Intercolegial Escocesa en 2013, determina que es recomendable su aplicación, independientemente de la modalidad, en esta población (Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN), 2013).

La evidencia científica ha observado que existe una asociación inversa entre el nivel de AF y la intensidad de dolor y discapacidad en sujetos con DLC (Lin et al., 2011; Pinto et al., 2014; Sribastav et al., 2018). Un nivel de AF bajo puede provocar una reducción de la eficiencia neuromuscular y una disminución de la fuerza provocando una serie de consecuencias negativas sobre la funcionalidad y el control postural (Benavent-Caballer et al., 2016; Brech, Andrusaitis, Vitale, & Greve, 2012; Hicks, Gaines, Shardell, & Simonsick, 2008). Se ha demostrado que aquellos sujetos con DLCI y con aptitud sedentaria presentan una mayor alteración en el control postural que sujetos en la misma condición clínica pero con una aptitud física activa (Alsufiany et al., 2020).

El ET es una de las técnicas más utilizadas en pacientes con DLC. Se ha observado que programas basados en ejercicios de fuerza, resistencia o acondicionamiento aeróbico son beneficiosos en pacientes con DLCI, pero se debe tener en cuenta el carácter multifactorial que presenta este cuadro clínico y la adaptación de los programas de ET en cada paciente (Gordon & Bloxham, 2016).

De manera más general, un metaanálisis realizado en el año 2012 determinó que entre los efectos moduladores del ejercicio prescrito en pacientes con DC podemos encontrar; la estimulación de liberación de endorfinas, el impacto del ET sobre el sistema cardiovascular

lo que provocará la liberación de ciertos neurotransmisores que participan en la regulación y modulación del dolor y la activación de vías inhibitorias descendentes (Naugle, Fillingim & Riley, 2012).

Se ha observado que la realización de ET a largo plazo puede proporcionar un alivio del dolor en distintas condiciones de DC (Bidonde et al., 2017; Gross et al., 2016; Hayden, van Tulder, Malmivaara, & Koes, 2005; Nguyen, Lefèvre-Colau, Poiraudau, & Rannou, 2016; van Middelkoop et al., 2010), aunque la respuesta al ejercicio en un inicio puede ser variable, ya que en ocasiones en el corto plazo puede provocar una exacerbación de síntomas. Aun así, se ha observado que una de las respuestas que pueden surgir es la hipoalgesia inducida por el ejercicio, la cual se caracteriza por una disminución de la sensibilidad a los estímulos dolorosos y dicha respuesta se ha demostrado que tiene un tiempo variable de actuación. (Naugle, Fillingim & Riley, 2012; Sandal, Roos, Bøgesvang, & Thorlund, 2016; Van Oosterwijck, Nijs, Meeus, Van Loo, & Paul, 2012; Whiteside, Hansen, & Chaudhuri, 2004; Wideman et al., 2014). Actualmente, los mecanismos responsables de la hipoalgesia inducida por ejercicio no son conocidos al completo en pacientes con DC, pero se ha determinado que el mecanismo más estudiado es el sistema de liberación de opioides, produciéndose una liberación de estas sustancias a nivel medular, supramedular y periférico (Crombie, Brellenthin, Hillard, & Koltyn, 2018; Koltyn, 2000). Según diversos estudios, el ejercicio produce un aumento de B-endorfinas en el plasma sanguíneo, debido a la activación de fibras A-delta y C producidas por la contracción muscular que estimulan el sistema de opioides endógenos (Crombie et al., 2018; Koltyn, 2000; Thorén, Floras & Hoffmann, 1990). Por otra parte, el ejercicio provoca un aumento en el flujo sanguíneo cerebral, activando los receptores arteriales de presión, que se demuestran activadores de la estimulación de los centros supramedulares envueltos en la modulación del dolor (Dworkin, Elbertt, Rau, Birbaumer, & Pauli, 1994; Koltyn & Umeda, 2006). Hoffman en 1988 mostró

que, tras la vuelta al estado basal en la presión sanguínea, el sistema endógeno opioide permanece activo, y dado que dicho mecanismo y liberación de sustancias se produce desde el hipotálamo, se activa el sistema de control inhibitorio descendente, ya que el propio hipotálamo presenta proyecciones a la sustancia gris periacueductal (Hoffmann & Thorén, 1988).

Dentro de los mecanismos no opioides propuestos para la hipoalgesia modulada por el ejercicio se demuestra la liberación de cannabinoides endógenos (Crombie et al., 2018; Dietrich & McDaniel, 2004; Hohmann & Suplita, 2008; Koltyn, Brellenthin, Cook,; Sehgal & Hillard, 2014). Se ha encontrado la presencia de receptores cannabinoides en las áreas de procesamiento del dolor, sospechando de la participación por tanto de estas sustancias en la experiencia del dolor. Además, estudios demuestran que la activación de estos receptores es uno de los mecanismos hipoalgésicos (Galdino, 2014; Galdino et al., 2014; Pertwee, 2001). Esta hipótesis parece confirmarse tras la evidencia de la presencia de concentraciones elevadas de cannabinoides endógenos tras el ejercicio, y, por tanto, que la activación de los receptores de estas sustancias es una de las responsables de la hipoalgesia modulada por el ejercicio (Crombie et al., 2018; Feurecker et al., 2012; Heyman, Gamelin, Goekint, & Piscitelli, 2012; Lima, Abner, & Sluka, 2017).

A su vez, se ha demostrado que hay una interacción entre el sistema de liberación de cannabinoides endógenos y el sistema de liberación de opioides, de forma que la activación de uno de ellos se encuentra mediada por el otro (Da Fonseca Pacheco et al., 2009). A su vez, en modelos animales también se ha observado que puede existir una interacción entre el sistema de liberación de opioides y el mecanismo por el que actúa la serotonina sobre la hipoalgesia inducida por ejercicio, que del mismo modo se encontrarían mediados entre sí, y tienen un papel importante en la modulación del dolor condicionado, ya que se ha

demostrado que pueden estar involucrados en la disminución de la sensibilidad al dolor tras la realización de ejercicio (Lima et al., 2017; Treister et al., 2011).

Hasta el momento, se ha observado que tanto la hipoalgesia inducida por ejercicio como el proceso de modulación condicionada comparten mecanismos neurofisiológicos ya que participan las mismas vías inhibitorias descendentes en ambos procesos, esto se ha demostrado mediante investigaciones en pacientes con DC, según las cuales se observa una asociación significativa entre la magnitud de la modulación condicionada del dolor y la hipoalgesia inducida por el ejercicio (Caitríóna; Fingleton, Smart, & Doody, 2017; Vaegter, Handberg, & Graven-Nielsen, 2016).

Finalmente, un estudio realizado en el último año acerca del estado actual de los mecanismos neurofisiológicos del ejercicio concluye que es necesario seguir con esta línea de investigación ya que la respuesta por parte de pacientes con DC ante la hipoalgesia inducida por ejercicio es muy variable en comparación con sujetos asintomáticos. Aun así, indican que la interacción entre el sistema de liberación de opioides, el sistema cannabinoide endógeno y el sistema serotoninérgico tienen una gran importancia para determinar la respuesta hipoalgésica inducida por ejercicio, además de evaluar el papel que toma el sistema inmunológico y el sistema nervioso autónomo sobre dicha respuesta (Rice et al., 2019).

1.6.2.2 Abordaje mediante ejercicio terapéutico en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico.

Las guías de práctica clínica europeas determinan que el abordaje principal para el tratamiento de pacientes con DLCI es la realización de ET (Airaksinen et al., 2006; Oliveira et al., 2018). Se ha demostrado que el ET presenta una efectividad de baja a moderada sobre la funcionalidad, el dolor y la discapacidad en DLC (Skelly et al., 2020). Las investigaciones llevadas a cabo no determinan que modalidad de ejercicio es la más idónea en pacientes con DLCI. Durante la última década ha habido una transformación en el enfoque mediante ET,

determinando que en la actualidad la prescripción de ejercicios de CM es una de las modalidades más utilizadas (Hodges & Moseley, 2003; Russo et al., 2018). Aun siendo una de las formas actuales más utilizadas, una revisión sistemática realizada en el año 2016 determina que no es mejor que otras modalidades de ET en pacientes con DLCI (Saragiotto et al., 2016). En cambio, en el año 2017, un estudio de investigación demostró ser más efectivo un enfoque de tratamiento basado en ET de CM que un enfoque de tratamiento basado en ET rutinario sin focalizar la atención en la musculatura estabilizadora (Akhtar, Karimi, & Gilani, 2017). En esta misma línea, una revisión sistemática y metaanálisis realizado en el año 2018, determina que la aplicación de ejercicio de CM en pacientes con DLCI demostró ser efectivo en cuanto al grado de discapacidad en el corto y largo plazo, pero en la intensidad de dolor solo mostró efectos beneficiosos a corto plazo, por lo que recomiendan una continua investigación ya que debido a la heterogeneidad de los estudios realizados hasta el momento y la falta de seguimiento a largo plazo no podemos determinar el beneficio de esta aplicación clínica en el medio y largo plazo de manera concreta (Luomajoki, Bonet Beltran, Careddu, & Bauer, 2018).

Aunque no ha demostrado ser mejor que otras modalidades, se ha observado que los pacientes con DLCI además de alteración de variables relacionadas con el dolor pueden presentar una alteración a nivel físico y morfológico de la musculatura estabilizadora. Se ha observado que en esta población puede existir una anticipación tardía por parte de la musculatura estabilizadora lo cual puede suponer un problema en la integración de dicha información por parte del Sistema Nervioso Central (Hodges & Richardson, 1996). A su vez, también se ha observado que pacientes con DLCI pueden presentar atrofia del músculo multifido (Goubert, van Oosterwijck, Meeus, & Danneels, 2016). Todo ello, junto a la influencia de los factores psicológicos puede producir una alteración en la respuesta motora de CM. En base a ello, podemos hipotetizar que en situaciones en las que los pacientes

presenten factores psicológicos como hipervigilancia o miedo al movimiento, la realización de ET basado en el CM puede suponer una distracción que puede favorecer la sintomatología presente. Una revisión sistemática y metaanálisis realizado en el año 2020, concluye que la aplicación de ejercicios de estabilización o CM en pacientes con DLCI presenta un efecto positivo en cuanto al dolor y a la discapacidad percibida se refiere pero no se puede concluir si aporta mayores beneficios que otras modalidades (Niederer & Mueller, 2020). Por otro lado, otra modalidad de ET utilizada en clínica en esta población son los ejercicios de fuerza y resistencia, los cuales han demostrado aportar beneficios en pacientes con DLCI. Esta modalidad se suele combinar con la ejecución de ejercicio aeróbico pero nos encontramos que una revisión sistemática determina que abordajes mediante ejercicio aeróbico no supone grandes beneficios (Searle, Spink, Ho, & Chuter, 2015). Aun así, la última revisión sistemática realizada en el año 2018 sobre la realización de ejercicio aeróbico y de resistencia en pacientes con DLCI determina que ambos abordajes suponen beneficios similares a los pacientes (Wewege, Booth, & Parmenter, 2018). Aunque actualmente existe cierta incertidumbre sobre cuál es el enfoque de ET óptimo en esta población, la combinación de ambas modalidades trabajando en una intensidad moderada o alta en base a los objetivos establecidos con el paciente y sus características puede dar lugar a una amplia gama de adaptaciones físicas y psicológicas (Wewege, Booth, & Parmenter, 2018).

Una investigación sobre la aplicación de distintas modalidades de ET en pacientes con DLC, concluye que la aplicación de cualquier modalidad supone una mejora en la discapacidad a medio y a largo plazo pero es necesario seguir investigando ya que debido a la magnitud de cambio que muestran los distintos estudios realizados hasta el momento y a la heterogeneidad de las intervenciones no podemos realizar recomendaciones definitivas (Rice et al., 2019). Sin embargo, debemos tener en cuenta que la realización de ET ha demostrado ser una herramienta que supone pocos efectos adversos y que mejora la función

física y determinados aspectos psicológicos en pacientes con DC, sin determinar de forma clara cuál es la mejor modalidad en pacientes con DLCI (Geneen et al., 2017).

A continuación, se expone la **tabla 1** que resume las revisiones sistemáticas y metaanálisis realizados en los últimos 10 años acerca de los efectos del ET en sus distintas modalidades en pacientes con DLCI (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen de revisiones sistemáticas y metaanálisis realizados en los últimos 10 años acerca de los efectos del ET en sus distintas modalidades en pacientes con DLCI.

ARTÍCULO	OBJETIVO	ESTUDIOS INCLUIDOS	VARIABLES EVALUADAS	CONCLUSIONES
(Skelly et al., 2020)	Abordajes no farmacológicos en condiciones de DC	233 ensayos clínicos aleatorizados	Intensidad de dolor Funcionalidad	En pacientes con DLC, el ET presenta evidencia moderada sobre la funcionalidad, en el corto y medio plazo. A su vez, presenta un efecto bajo sobre el dolor en el corto y medio plazo.
(Niederer & Mueller, 2020)	Efectividad del CM en pacientes con DLCI	2 ensayos controlados y 8 ensayos clínicos aleatorizados	Intensidad de dolor Discapacidad percibida	La aplicación de ejercicios de estabilización o CM en pacientes con DLCI presenta un efecto positivo en cuanto al dolor y a la discapacidad percibida se refiere, pero no se puede concluir si aporta mayores beneficios que otras modalidades
(Zou et al., 2019)	Mindful (Yoga, Tai Chi y Qigong)	17 ensayos clínicos aleatorizados	Intensidad de dolor Discapacidad percibida	No se pueden sacar conclusiones definitivas ya que es preciso seguir investigando, pero los hallazgos sugieren que esta modalidad de ejercicio puede ser beneficioso en pacientes con DLCI independientemente de la comparación con otros enfoques de ET.
(Alzahrani et al., 2019)	Ejercicio aeróbico (marcha nórdica, marcha monitorizada con podómetro)	3 ensayos clínicos aleatorizados	Intensidad de dolor Discapacidad percibida Nivel de actividad física	La realización de esta modalidad de AF ha demostrado una reducción de la discapacidad, pero la magnitud de mejora fue pequeña y se puede considerar que clínicamente no es relevante. Es necesario realizar más investigaciones y se debe considerar los beneficios generales de la AF.
(Luomajoki et al., 2018)	Ejercicio de CM con respecto a otro tipo de abordajes en pacientes con DLCI y/o DL subagudo.	11 ensayos clínicos aleatorizados	Intensidad de dolor Discapacidad percibida	Se concluye que la realización de ET de CM es más eficaz para la mejora de la discapacidad en el corto, medio y largo plazo en comparación con otro tipo de intervenciones. En cuanto a la intensidad de dolor, se concluye que esta modalidad de ET es eficaz en el corto plazo. Se deben realizar más estudios de investigación ya que la heterogeneidad de los incluidos no permite establecer conclusiones consistentes.
(Wewege, Booth, & Parmenter, 2018)	Ejercicio aeróbico y/o ejercicio de resistencia	6 ensayos clínicos aleatorizados	Intensidad de dolor Discapacidad percibida Calidad de vida	Se concluye que ambos abordajes suponen beneficios similares a los pacientes en todas las variables evaluadas, pero la combinación de ambas modalidades trabajando en una intensidad moderada o alta en base a los objetivos establecidos con el paciente y sus características puede dar lugar a una amplia gama de adaptaciones físicas y psicológicas

(Byrnes, Wu, & Whillier, 2018)	Pilates en DLCI y DLCE	23 ensayos clínicos aleatorizados	Intensidad de dolor Discapacidad percibida	Se concluye que la mayoría de los estudios incluidos demuestra la eficacia del pilates en condición de DLCI y DLCE sobre la intensidad de dolor y la discapacidad en el corto plazo. Se necesitan más investigaciones para evaluar el efecto de esta modalidad en el largo plazo.
(Saragiotto et al., 2016)	Ejercicio de CM en DLCI	29 ensayos clínicos aleatorizados	Intensidad de dolor Discapacidad percibida	Se concluye que la evidencia de que el ejercicio de CM es más eficaz que una mínima intervención de fisioterapia sobre la discapacidad y la intensidad de dolor es de baja a moderada. Por otro lado, se demuestra evidencia baja de que el ejercicio de CM es más efectivo que la combinación de ejercicio general y agentes físicos ya que la calidad de la evidencia demostrada en los estudios incluidos es muy baja. A su vez, no diferencias entre la modalidad de CM y otro tipo de ET, pero se trata de una forma segura. Se necesitan más investigaciones para evaluar el efecto de esta modalidad.
(Lawford, Walters, & Ferrar, 2016)	Ejercicio aeróbico (caminar) con otras modalidades de ET en DLC	7 ensayos clínicos aleatorizados	Discapacidad percibida Funcionalidad Calidad de vida	Las pruebas obtenidas sugieren que el ejercicio de caminar no es más efectivo que otras modalidades (ejercicio general o fortalecimiento) para reducir la discapacidad y mejorar la calidad de vida tanto en el corto como en el largo plazo.
(Kuss, Becker, Quint, & Leonhardt, 2015)	Ejercicio de fuerza, de resistencia o combinado en pacientes de edad avanzada con DLCI o subagudo.	9 ensayos clínicos aleatorizados	Intensidad de dolor Discapacidad percibida	Se concluye que existe falta de evidencia en este tipo de población sobre las distintas modalidades de ET. Aun así, se ha observado una reducción del dolor y de la discapacidad con un tamaño bajo-moderado para todas las modalidades de ET evaluadas y aseguran que la prescripción de ET debe realizarse en base al tipo de paciente, las preferencias de este y las condiciones del contexto.
(Yamato et al., 2015)	Pilates VS mínima intervención de fisioterapia u otras modalidades de ET.	10 ensayos clínicos aleatorizados	Intensidad de dolor Discapacidad percibida Funcionalidad Percepción global del cambio	No se pueden hacer conclusiones definitivas. Aun así, se observó que el ejercicio Pilates demostró ser más efectivo en intensidad de dolor y discapacidad que una intervención mínima de fisioterapia en el corto y medio plazo con un tamaño del efecto mediano. No se puede afirmar que el Pilates es más efectivo que otras modalidades de ejercicio ya que los resultados para todas las variables fueron contradictorios. Sin embargo, se encontró que los ejercicios orientados a la función fueron más efectivos con un tamaño del efecto pequeño en el seguimiento a medio plazo.

(Searle, Spink, Ho, & Chuter, 2015))	Comparar distintas modalidades de ET en pacientes con DLCI	45 ensayos clínicos aleatorizados	Intensidad de dolor	Se concluye que el ET tiene un efecto beneficioso en pacientes con DLCI comparado con otro tipo de intervenciones. Se observó que los programas de ET de CM o estabilización y los programas de resistencia y fuerza presentan un efecto positivo, aunque pequeño sobre la reducción de la intensidad de dolor. En cambio, los abordajes mediante ET aeróbico no han demostrado tener ningún efecto sobre la reducción del dolor en pacientes con DLCI.
(Aladro-Gonzalvo, Araya-Vargas, Machado-Díaz, & Salazar-Rojas, 2013)	Comparar la aplicación de pilates con placebo u otras intervenciones de fisioterapia en pacientes con DLCI	9 ensayos clínicos aleatorizados	Intensidad de dolor Discapacidad percibida	Se concluye que la aplicación de Pilates es moderadamente superior a una intervención mínima en fisioterapia para el alivio del dolor, en cambio, ha demostrado efectos similares con otras intervenciones en fisioterapia como la TM u otras modalidades de ET.
(Pereira et al., 2012)	Comparar pilates con ninguna intervención o con la aplicación de ejercicio de estabilización en pacientes con DLC	5 ensayos clínicos aleatorizados	Intensidad de dolor Funcionalidad	Se concluye que el método Pilates no demostró presentar mayores beneficios sobre la funcionalidad y la intensidad de dolor con respecto a los grupos de estabilización lumbar y el grupo control.

DC: Dolor crónico; DLC: Dolor lumbar crónico; DLCI: Dolor lumbar crónico inespecífico; DLCE: Dolor lumbar crónico específico; CM: control motor; ET: ejercicio terapéutico; TM: Terapia manual.

1.6.3 Educación terapéutica.

1.6.3.1 Definición y efectos neurofisiológicos de la educación terapéutica.

La educación terapéutica (EdT) sobre los mecanismos neurofisiológicos del dolor es una herramienta que tiene como objetivo cambiar las creencias maladaptativas y pensamientos erróneos los cuales interfieren en la percepción del dolor y conducen a aumentar la presencia de variables psicológicas como el miedo al movimiento, la hipervigilancia y el catastrofismo potenciando la perpetuación y cronicidad del mismo (Fletcher, Bradnam, & Barr, 2016; Nijs, Wilgen, Oosterwijck, Ittersum, & Meeus, 2011). Este fenómeno que ocurre tras el cambio de comprensión y creencias acerca del dolor se denomina “reconceptualización” (Moseley, 2003).

El sistema nervioso central se ve afectado en los procesos que cursan con DC en los que la respuesta ante los *inputs* aferentes está aumentada, caracterizándose por una hiperexcitabilidad incrementada (Treede, Meyer, Raja, & Campbell, 1992). El resultado es una sobre activación de las rutas ascendentes y descendentes, así como la actividad aumentada en diversas áreas cerebrales envueltas en la experiencia del dolor como la ínsula, la corteza cingulada anterior o el área prefrontal dando como resultado, la interpretación y la reproducción del dolor.

Además, también se ha demostrado un aumento de la participación de las áreas cerebrales que no se asocian de manera fisiológica con el procesamiento del dolor como diversos núcleos de la corteza frontal dorsolateral o la corteza parietal siendo éstas, áreas relacionadas con la emoción y la cognición. Aunque, en procesos de SC, estas áreas tienen la capacidad de influenciar sobre diversos núcleos del tronco del encéfalo incluyendo los núcleos en los que se originan las fibras descendentes inhibitorias del dolor y por tanto, un aumento del nivel de variables psicológicas como la ansiedad, el estrés, catastrofismo o la hipervigilancia

va a cambiar la actividad de estas áreas implicando una menor activación de las vías inhibitorias descendentes y en consecuencia, aumentando la percepción del dolor (Moseley & Flor, 2012; Nijs et al., 2011; Rygh, Tjølsen, Hole, & Svendsen, 2002).

1.6.3.2 Abordaje mediante educación terapéutica en pacientes con dolor crónico inespecífico.

Durante décadas el concepto de aplicación de EdT en pacientes con DLCI se basaba en escuelas de espalda o educación con bases anatómicas y biomecánicas. Este tipo de intervención no ha demostrado de forma clara ser efectivo en esta población, y en otras condiciones de DC, ya que un enfoque mecanicista no aborda todos los aspectos presentes en la experiencia de dolor que padecen estos pacientes (Meeus, Nijs, Van Oosterwijck, Van Alsenoy, & Truijen, 2010; Parreira et al., 2017; Puentedura & Flynn, 2016).

Actualmente, el enfoque de la EdT está puesto en la explicación de la neurofisiología del dolor generando así una reconceptualización del concepto de dolor y dotar al paciente de estrategias de afrontamiento activas (Sullivan et al., 2009). Este tipo de educación ha demostrado tener beneficios en pacientes con DC sobre medidas como discapacidad, catastrofismo, ansiedad y rendimiento y aptitud física en DLCI (Louw, Diener, Butler, & Puentedura, 2011; Moseley, 2004). Una revisión sistemática y metaanálisis desarrollado en el año 2018 sobre EdT en pacientes con DLC concluye que la aplicación de esta técnica aislada tiene un efecto pequeño-moderado sobre el dolor y la discapacidad a los tres meses de seguimiento en esta población (Tegner, Frederiksen, Esbensen, & Juhl, 2018).

Por otro lado, cabe destacar que la aplicación de este tipo de intervención ha demostrado tener beneficios a corto plazo sobre variables relacionadas con la discapacidad y miedo al movimiento en pacientes con DLCI (Wood & Hendrick, 2019), y es por lo tanto la combinación con otro tipo de abordajes activos lo que provoca un mantenimiento de los cambios, de hecho, determinados autores consideran que es importante aplicar la EdT como

medida introductoria al ET en pacientes con DLCI (Puentedura & Flynn, 2016; Sterling, de Zoete, Coppieters, & Farrell, 2019). Además, se ha observado que la aplicación de EdT como parte de un abordaje multidisciplinar supone una mejora en la autoeficacia ante su dolor para el paciente aunque bajo recomendación de la realización de mayor número de estudios debido a la heterogeneidad de las investigaciones actuales (Joypaul, Kelly, McMillan, & King, 2019).

En base a la evidencia, parece que la mejor opción para el tratamiento del DLC es la combinación de distintas intervenciones. Se ha observado que la combinación más respaldada por la evidencia científica es la EdT y el ET, ya que ha demostrado una mejoría significativa en cuanto a la intensidad de dolor y a la funcionalidad, en comparación con abordajes pasivos como la TM o la farmacología (Sterling et al., 2019).

1.6.4 Abordaje bioconductual en el dolor lumbar crónico inespecífico.

El abordaje bioconductual tiene su origen en pacientes del área de salud mental y posteriormente se aplicó al DC. Dennis Turk y Herta Flor, han sido los promotores de este tipo de intervención y en el año 2011, determinan que la perspectiva cognitivo-conductual se define como un proceso de razonamiento clínico multidimensional, que se dirige a identificar cuáles son aquellos factores modificables que influyen en la experiencia de dolor (Flor & Turk, 2011). Además, durante proceso de intervención, el paciente debe ser un procesador y agente activo, para generar así, un aprendizaje adaptativo. En el abordaje bioconductual se tiene en cuenta cómo influyen aquellos factores cognitivos, individuales y ambientales sobre los procesos fisiológicos y sobre la experiencia de dolor (Flor & Turk, 2011; O'Sullivan et al., 2015; Sluka & Turk, 2009).

El objetivo principal del abordaje bioconductual es dotar al paciente de estrategias de afrontamiento activas y que de esta manera exista un empoderamiento, desarrollando así, un aumento de locus de control interno (Turk, 2003). Zusman, determinó que este tipo de

intervención ha demostrado reducir niveles de hipervigilancia ante el dolor, corregir creencias y pensamientos desadaptativos, aumentar el nivel de autoeficacia ante el DC y disminuir el miedo al movimiento (Zusman, 2005).

Este abordaje cuenta con distintas fases de intervención; en un primer momento una evaluación desde una perspectiva global del paciente, posteriormente un proceso de reconceptualización del dolor seguido de una adquisición y consolidación de habilidades, y por último, una fase de mantenimiento del cambio y seguimiento del paciente (Flor & Turk, 2011). De esta manera, se quiere promover la recuperación funcional del paciente, reduciendo la dependencia del sistema sanitario, de medicación y orientando al paciente hacia la recuperación de sus actividades de la vida diaria.

Dennis Turk y Herta Flor, determinan que es de gran importancia utilizar estrategias de motivación ya que el proceso de cambio es duradero por lo que se recomienda la utilización de la EdT y la definición de meta y objetivos de manera consensuada, realistas y medibles (Flor & Turk, 2011).

Diversos estudios en otras condiciones de DC han demostrado que el abordaje multimodal basado en la combinación de técnicas que se pueden incluir en un abordaje bioconductual, es más efectivo que otro tipo de intervenciones, como el ET o la TM de forma aislada, en cuanto a variables sensoriomotoras, afectivas y cognitivas (López-de-Uralde-Villanueva, Beltran-Alacreu, Fernández-Carnero, & La Touche, 2018; Marcos-Martín, González-Ferrero, Martín-Alcocer, Paris-Aleman, & La Touche, 2018). Se ha observado en una condición clínica parecida como es el DC de cuello de carácter inespecífico que la aplicación de EdT en combinación con ET y TM fue más eficaz en cuanto a la intensidad de dolor a los 4 meses comparado con la aplicación de TM aislada o la aplicación de TM con EdT (López-de-Uralde-Villanueva, Beltran-Alacreu, Fernández-Carnero, & La Touche, 2018). A su vez,

un reciente estudio determina que la aplicación única de la terapia bioconductual en DLCI demostró diferencias significativas únicamente en la variable de discapacidad a los 6 y 12 meses de seguimiento en comparación con un abordaje mediante ET y EdT, resaltando que en el resto de variables no hubo diferencias entre grupos (O'Keeffe, O'Sullivan, Purtill, Bargary, & O'Sullivan, 2019). Siguiendo esta línea, este tipo de intervención en pacientes con DLCI ha demostrado ser más efectiva en cuanto a variables de carácter afectivo y cognitivo, en la comparación con otros tratamientos de forma aislada, o incluso en la combinación de una técnica pasiva como es la TM y una activa como el ET. Por lo tanto, es relevante dotar de estrategias y habilidades de afrontamiento activas a los pacientes con DLCI con el objetivo de un mejor manejo de los factores psicosociales influyentes en la experiencia de dolor (Fersum, Smith, Kvåle, Skouen, & O'Sullivan, 2019). Aun así, una revisión sistemática y metaanálisis realizado en el año 2016, determina que no encontraron diferencias clínicamente significativas entre un abordaje físico, un abordaje psicológico o la combinación de ambos para el dolor y la discapacidad en pacientes con DLCI, indicando que es necesario seguir esta línea de investigación ya que determinados estudios incluidos no determinan de manera clara el tipo de abordaje y en estos últimos años se ha observado que la clasificación de pacientes en base a los beneficios que pueden obtener mediante un abordaje u otro puede suponer numerosos beneficios a nivel clínico (O'Keeffe et al., 2016).

JUSTIFICACIÓN

2. JUSTIFICACIÓN

El DL es una de las causas de discapacidad global más prevalente, suponiendo una importante carga socioeconómica. Además, se espera que en los próximos años la prevalencia de personas que padecen DL aumente de manera sustancial (Vos et al., 2012). Se trata de un problema multifactorial, en el que se ha observado una afectación de variables sensoriomotoras, afectivas y cognitivas, lo cual contribuye a un elevado riesgo de cronificación, ya que se ha observado que una gran proporción de pacientes se recupera en los primeros tres meses, pero la mayoría siguen experimentando DL tras un año (Itz, Geurts, Van Kleef, & Nelemans, 2013). La comprensión de la clínica en pacientes con DLCI y el grado de afectación de las distintas variables que influyen en la experiencia de dolor es esencial para determinar el abordaje idóneo y mejorar así la calidad de vida de los pacientes que lo presentan.

Entre las opciones terapéuticas con una mayor representación en esta población son los fármacos, de hecho se ha reportado que el DLC es la causa no cancerígena en la que más opioides se prescribe, lo cual puede suponer un problema de salud pública, ya que según *Office of National Drug Control Policy* se ha detectado un abuso de este tipo de medicación en dicha población (Bentley & Hick-, 2013; Chou, Ballantyne, Fanciullo, Fine, & Miaskowski, 2009; Dillie, Fleming, Mundt, & French, 2008). Por otro lado, en un estudio realizado en el año 2014, detectaron que el segundo fármaco más prescrito en pacientes con DLC es la morfina y un alto porcentaje de estos lo combinan con otro opioide (Zgierska, Wallace, Burzinski, Cox, & Backonja, 2014). A pesar del poder analgésico que presentan estos fármacos, se ha demostrado que en dosis altas pueden conllevar riesgo de depresión respiratoria o sobredosis no intencional ((Zgierska, Wallace, Burzinski, Cox, & Backonja, 2014).

Debido a este riesgo y al carácter multifactorial del DLCI, consideramos necesario realizar una evaluación más exhaustiva de aquellas variables que pueden encontrarse afectadas en esta población. A su vez, consideramos necesario delimitar que papel tiene un abordaje bioconductual en pacientes con DLCI. Durante décadas son numerosos los estudios que se han realizado acerca de los beneficios de los distintos abordajes aplicados en clínica en estos pacientes. Se ha observado que muchos de los abordajes realizados desde la fisioterapia hasta el momento no son suficientemente válidos y no están respaldados por la evidencia científica por lo que podrían contribuir de manera negativa sobre el paciente y sobre el sistema sociosanitario, ya que presentan una gran demanda del sistema de salud (Müller-Schwefe et al., 2011; Skelly et al., 2020; Webb et al., 2003). La última revisión sistemática realizada en el año 2020, concluye que abordajes pasivos como los agentes electro físicos o el masaje presentan un efecto bajo sobre la mejora de la intensidad de dolor y la función, en cambio, el ET aislado mejora la funcionalidad en el medio plazo pero la rehabilitación multimodal es por el momento la única opción de tratamiento que ha supuesto una mejora en el corto y medio plazo para la funcionalidad y la intensidad de dolor con un tamaño del efecto medio en pacientes con DLC (Skelly et al., 2020). Por otro lado, la aplicación de EdT en pacientes con DLCI ha resultado tener beneficios y cada vez son más los estudios que avalan que al tratarse de un problema multifactorial debemos dotar a los pacientes de estrategias y habilidades de afrontamiento (Fersum et al., 2019; Wood & Hendrick, 2019). Aun así, el abordaje habitual en este tipo de pacientes suele orientarse hacia abordajes más pasivos, es por esta razón por la que consideramos necesario la inclusión de la EdT dentro de un programa de rehabilitación multimodal con el objetivo de evaluar sus beneficios en pacientes con DLCI.

A pesar de que numerosos estudios determinan que un abordaje bioconductual es beneficioso en pacientes con DLCI (Airaksinen et al., 2006; Fersum et al., 2019; Kamper et al., 2014;

O'Sullivan et al., 2015; van Middelkoop et al., 2011), es cierto que este tipo de abordaje sugiere varias dudas con respecto a la dosificación, contenido de la intervención e incluso estudios de investigación determinan que existe cierta complejidad para el colectivo de fisioterapeutas a la hora de realizar un abordaje bioconductual. Se ha observado que los fisioterapeutas pueden tener un conocimiento básico de este modelo de intervención, además de falta de habilidades para la evaluación y tratamiento sobre aquellos factores psicológicos influyentes en el DLCI, pero consideran necesario un cambio en el enfoque de dicho trastorno musculoesquelético (Cowell et al., 2019; Zangoni & Thomson, 2017). En ese sentido un estudio de investigación estima que un entrenamiento durante al menos 10 meses basado en estrategias de comunicación y modelos de aprendizaje significativo dotarán al colectivo de confianza asumiendo así la competencia para la correcta inclusión de este abordaje en clínica. Es por esta razón por la que mediante los estudios realizados en esta tesis queremos hacer una propuesta de abordaje bioconductual con o sin TM en pacientes con DLCI (Cowell et al., 2019).

OBJETIVOS

3. OBJETIVOS

Los objetivos generales de esta tesis doctoral son:

1. Analizar las diferencias existentes en cuanto a variables sensoriomotoras, afectivas y cognitivas entre pacientes con DLCI y sujetos asintomáticos.
2. Evaluar la efectividad de una intervención bioconductual a corto y medio plazo en pacientes con DLCI.

A continuación, se detallan los objetivos específicos:

1. Evaluar si existen diferencias en cuanto a la expansión del dolor entre pacientes con DLCI que buscan ayuda sanitaria y pacientes con DLCI que no buscan ayuda sanitaria. Además, se pretende analizar qué factores son predictivos de una mayor expansión del dolor en base a la búsqueda de asistencia sanitaria.

Este objetivo se ha abordado en la publicación original I:

Grande-Alonso, M., Muñoz-García, D., Cuenca-Martínez, F., Delgado-Sanz, L., Prieto-Aldana, M., La Touche, R & Gil-Martínez, A. (2020). Relationship between seeking health care and expansion of pain in patients with non-specific chronic low back pain. *PeerJ*, 8, e8756.

2. Evaluar la capacidad de generar imágenes motoras visuales y cinestésicas, así como el tiempo empleado en esta tarea mental en pacientes con DLCI.

Este objetivo se ha abordado en la publicación original II:

La Touche, R., **Grande-Alonso, M.,** Cuenca-Martínez, F., González-Ferrero, L., Suso-Martí, L & Paris-Alemany, A. (2019). Diminished Kinesthetic and Visual Motor Imagery Ability in Adults with Chronic Low Back Pain. *PM&R*, 11 (3), 227-235.

3. Observar si la capacidad para generar imágenes motoras cinestésicas y visuales influye sobre variables de corte psicológico, motor o somatosensorial. Además de analizar si un abordaje basado en ET y EdT puede provocar una mejoría en la capacidad para generar imágenes motoras cinestésicas y visuales.

Este objetivo se ha abordado en la publicación original III:

Grande-Alonso, M., Garrigós-Pedró, M., Cuenca-Martínez, F., Vidal-Quevedo, C., Prieto-Aldana, M., La Touche, R & Gil-Martínez, A. (2020). Influence of the generation of motor mental images on physiotherapy treatment in patients with chronic low-back pain. *Pain Physician*, 23, E399-E408.

4. Comparar la eficacia de un abordaje bioconductual con o sin TM sobre variables de carácter somatosensorial, físicas y psicológicas en pacientes con DLCI en un seguimiento a 3 meses.

Este objetivo se ha abordado en la publicación original IV:

Grande-Alonso, M., Suso-Martí, L., Cuenca-Martínez, F., Pardo-Montero, J., Gil-Martínez, A & La Touche, R. (2019). Physiotherapy Based on a Biobehavioral Approach with or Without Orthopedic Manual Physical Therapy in the Treatment of Nonspecific Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Pain Medicine*, 20(12), 2571-2587.

HIPÓTESIS

4.HIPÓTESIS

En base a la evidencia científica disponible, nuestra hipótesis está orientada en función de los dos objetivos principales de esta tesis:

1. Los pacientes con DLCI presentan alteraciones en variables de carácter físico, afectivo y cognitivo con respecto a sujetos asintomáticos.
2. La aplicación de TM junto a EdT y ET, no supone cambios estadísticamente significativos en comparación con un abordaje basado en EdT y ET en el corto y medio plazo en pacientes con DLCI.

En cuanto al primer punto, se ha observado que los pacientes con DLCI pueden presentar alteraciones sensoriomotoras, cognitivas y afectivas debido a su condición clínica en comparación con sujetos asintomáticos. Es por esta razón por la que hipotetizamos que nuestra muestra podría comportarse de manera similar. Es cierto, que existen variables que han sido poco estudiadas en pacientes con DLCI como puede ser la expansión del dolor, la búsqueda de asistencia sanitaria y la capacidad de crear imágenes mentales, por lo que en los estudios I, II y III, se ha establecido como objetivos la evaluación de estas.

4.1 Diferencias en cuanto a la expansión del dolor en base a la búsqueda de asistencia sanitaria.

La utilización de un mapa de dolor como parte de la evaluación clínica es una práctica habitual en fisioterapia y se ha observado que se trata de una herramienta que aporta información importante (Haefeli & Elfering, 2006; Landmark et al., 2013). Tanto es así, que un estudio de investigación concluye que su uso puede orientar sobre el estado psicológico del paciente (Haefeli & Elfering, 2006). En esta misma línea, estudios realizados sobre otras condiciones de DC han demostrado que una mayor expansión del dolor se puede correlacionar con factores psicológicos y con variables somatosensoriales, pero a pesar de

estos resultados es necesario realizar más estudios de investigación (Ferrer-Peña, Muñoz-García, Calvo-Lobo, & Fernández-Carnero, 2018; Muñoz-García, Lopez-Uralde-Villanueva, Beltrán-Alacreu, La Touche, & Fernández-Carnero, 2016; Ris et al., 2019). Del mismo modo, nos encontramos que existe una falta de evidencia científica en cuanto a si el paciente se encuentra o no en búsqueda de asistencia sanitaria (Beyera, Brien, & Campbell, 2019). Hasta el momento, no está claro que factores son determinantes para llevar al paciente a buscar asistencia sanitaria por su cuadro clínico, pero se ha observado que factores como la edad, una alteración de la funcionalidad, elevada discapacidad o la intensidad de dolor son relevantes en dicha decisión ((Beyera, Brien, & Campbell, 2019; Ferreira et al., 2010; Ono et al., 2015). Por esta razón, hipotetizamos que la expansión del dolor y la búsqueda de ayuda podrían estar relacionadas, y que aquellos pacientes con DLCI que buscan asistencia sanitaria podrían presentar una mayor expansión del dolor. Se ha observado que una mayor expansión de dolor puede conllevar como mecanismo neurofisiológico subyacente un proceso de SC (Lluch-Girbés et al., 2016), además se ha observado que aquellos pacientes que buscan ayuda médica podrían presentar estrategias de afrontamiento pasivas, mayor intensidad de dolor y discapacidad, lo que favorecería los posibles cambios neuroplásticos desadaptativos presentes aumentando la irritabilidad y severidad de síntomas (Alhowimel, Alotaibi, Radford, & Coulson, 2018; Du et al., 2017; Jackson, Wang, Wang, & Fan, 2014; Knittle et al., 2011).

4.2 Capacidad de formar imágenes motoras cinestésicas y visuales en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico.

En cuanto a la capacidad de formar imágenes motoras cinestésicas y visuales, sugerimos, que en pacientes con DLCI podría estar alterada al igual que podrían mostrar un aumento de tiempo en el proceso de imaginación. En base a ello, un estudio de investigación demostró que existen diferencias significativas en la participación de áreas corticales involucradas en

el proceso de OA en comparación con sujetos asintomáticos por lo que consideramos necesario evaluar dicha capacidad (Vrana et al., 2015). Sospechamos que esto puede deberse a diversos problemas, en primer lugar, que, ante un cuadro de DC, existe una alteración en la representación corporal a nivel cortical pudiendo esto influir sobre dicha capacidad. Por otro lado, a la influencia de variables psicosociales como puede ser el miedo al movimiento que junto a variables como la intensidad de dolor puede contribuir en la alteración de procesamiento de información por parte del sistema nervioso central, ya que diversos estudios han demostrado que los pacientes con DLCI podrían presentar una alteración en la planificación del movimiento que podría deberse a la interacción entre estas variables (Bowering et al., 2013; Grachev, Fredrickson, & Apkarian, 2002; Vrana et al., 2015).

4.3 Eficacia de un abordaje bioconductual con o sin terapia manual sobre pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico a medio plazo.

En cuanto a los objetivos presentados en ellos Estudios III y IV, hipotetizamos que la aplicación de la TM junto con ET y EdT no mostrará diferencias significativas en comparación a una intervención basada en ET y EdT. Esta sospecha se debe a que aunque la TM ha demostrado tener efectos analgésicos inmediatos o a corto plazo, éstos no se mantienen en el medio y largo plazo (Bialosky et al., 2009; Teodorczyk-Injeyan et al., 2006; Vicenzino et al., 1998).

Aun así, consideramos que, aunque estos efectos no se mantengan en el tiempo, la TM puede influir sobre las expectativas del paciente y sobre la sensación subjetiva de mejora. Por lo que, a pesar de hipotetizar que no habrá diferencias entre grupos en ninguna variable de carácter psicológico, somatosensorial y físico, sabemos que los efectos inmediatos generados mediante la TM son importantes y pueden determinar además de una mejoría en cuanto a la intensidad de dolor de forma inmediata, una sensación subjetiva de mejoría mayor que si no se realiza.

En base a esto, estudios de investigación han demostrado que la combinación de las diferentes técnicas resulta tener mejor resultados que la realización de las mismas por separado (López-de-Uralde-Villanueva et al., 2018; Sveinsdottir, Eriksen, & Reme, 2012) es más, distintas investigaciones sugieren que la combinación más apropiada en pacientes con DC y con un posible mecanismo neurofisiológico subyacente de SC es la EdT y el ET (Nijs et al., 2017; Nijs, Malfliet, Ickmans, Baert, & Meeus, 2014; Wood & Hendrick, 2019). Sospechamos que esto puede deberse a la importancia de incluir estrategias de afrontamiento activas y no pasivas con el objetivo de ser determinantes sobre variables psicológicas con una importante representación sobre la experiencia de dolor como el nivel de autoeficacia (Du & Yuan, 2010; R; La Touche et al., 2019). En esta línea, un estudio de investigación sugiere que la aplicación de TM dentro de un abordaje multimodal en pacientes con DC puede resultar contradictoria para el paciente ya que entre los objetivos de la EdT es incluir al paciente mediante ET en un modelo de afrontamiento activo (Louw, Nijs, & Puenteadura, 2017).

Revisiones sistemáticas anteriores recomiendan la realización de un abordaje bioconductual de manera intensiva en pacientes con DLCI con elevada discapacidad, ya que este tipo de abordaje tiene como objetivo la restauración de los componentes físicos, psicológicos, sociales y ocupacionales que participan en la experiencia de dolor (Airaksinen et al., 2006; Balagué et al., 2012; van Middelkoop et al., 2011). En la misma línea, una revisión sistemática realizada en el año 2014, determina que un abordaje bioconductual en pacientes con DLC es más efectivo en cuanto a la intensidad de dolor e incapacidad comparado con tratamientos fisioterápicos habituales a largo plazo aunque el tamaño del efecto fue bajo (Kamper et al., 2014).

MATERIAL Y MÉTODOS

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron un total de 4 estudios con diferentes diseños metodológicos (Tabla I). Los pacientes fueron reclutados, por un lado, del Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle (UAM) y de la comunidad local mediante anuncios, folletos y redes sociales y, por otro lado, de dos centros de Atención Primaria de la Comunidad de Madrid. En los estudios en los que comparamos sujetos asintomáticos con pacientes con DLCI (Estudio I y II), obtuvimos la muestra asintomática de campus universitario y de la comunidad local y los pacientes con DLCI del Centro de Salud de Miraflores situado en Alcobendas, Madrid. En cuanto a los estudios en los que compramos pacientes con DLCI (Estudio III y IV) obtuvimos la muestra del Centro de Atención Primaria Miraflores y Centro de Atención Primaria Valde las fuentes, ambos situados en Alcobendas, Madrid. En cuanto al Estudio I en el que comparamos pacientes con DLCI que buscan ayuda sanitaria y pacientes con DLCI que no buscan ayuda sanitaria, obtuvimos, por un lado, la muestra de pacientes en búsqueda de ayuda sanitaria del Centro de Atención Primaria Miraflores y Centro de Atención Primaria Valde las fuentes, ambos situados en Alcobendas, Madrid y los que no buscan ayuda sanitaria lo obtuvimos de la comunidad local mediante anuncios y redes sociales. Seguidamente, la **tabla 2** expone una descripción de todos los estudios incluidos en la tesis doctoral (Tabla 2).

Todos los estudios fueron aprobados por el comité de ética del Hospital Universitario La Paz (PI-2567) y fueron realizados bajo la normativa de la Declaración de Helsinki. Todos los participantes de este proyecto de investigación fueron informados sobre el mismo y dieron su consentimiento informado por escrito.

Tabla 2. Descripción general de los estudios.

	Estudio I	Estudio II	Estudio III	Estudio IV
Diseño del estudio.	Estudio transversal.	Estudio transversal.	Estudio cuasiexperimental.	Ensayo clínico aleatorizado.
Tamaño de la muestra.	DLCI BA=30. DLCI NBA=30. SA=30.	DLCI=100. SA=100.	DLCI_LA=34. DLCI_HA=34.	DLCI_GC=25. DLCI_GE=25.
Variables psicológicas.	Ansiedad. Depresión. Miedo al movimiento. Discapacidad percibida.	Capacidad de generar imágenes motoras cinestésicas y visuales. Cronometría mental. Catastrofismo al dolor. Autoeficacia ante el DC. Miedo al movimiento. Discapacidad percibida.	Capacidad de generar imágenes motoras cinestésicas y visuales. Cronometría mental. Autoeficacia ante el DC. Discapacidad percibida. Miedo al movimiento. Ansiedad. Depresión.	Catastrofismo al dolor. Autoeficacia ante el DC. Miedo al movimiento. Discapacidad percibida. Percepción global del cambio (GROC).
Variables sensoriomotoras.	Expansión del dolor. Intensidad de dolor. Frecuencia del dolor. Nivel de AF. ROM. Equilibrio dinámico.		Intensidad de dolor. Fuerza lumbar. Resistencia lumbar. ROM.	Intensidad de dolor. Frecuencia del dolor. ST de estímulos. Discriminación de dos puntos. Resistencia muscular. CM lumbo-pélvico.
Intervenciones.			DLCI_LA. - ET. - EdT.	DLCI_GC. - ET. - EdT. DLCI_GE. - ET. - EdT. - TM.

Cálculo del tamaño muestral.	Estudio piloto (15 pacientes por grupo) → d= 0,66 para la expansión del dolor. G*Power 3.1.7. T-test para muestras independientes. Error alfa 0,05. Potencia estadística 80%. Tamaño total de la muestra: 30 participantes por grupo.	Estudio piloto (6 pacientes por grupo) → d= 0,55 para MIQ-R. G*Power 3.1.7. T-test para muestras independientes. Error alfa 0,05. Potencia estadística 95%. Tamaño total de la muestra: 87 participantes por grupo.	Estudio piloto (15pacientes por grupo) → d= 0,61 para el nivel de autoeficacia ante el dolor. G*Power 3.1.7. T-test para muestras independientes. Error alfa 0,05. Potencia estadística 80%. Tamaño total de la muestra: 34 participantes por grupo.	Estudio piloto (15 pacientes por grupo) medidas pre y post intervención. Variable principal: intensidad de dolor. Mínimo cambio detectable de la intensidad de dolor en DL: 15 mm. Software del Massachusetts General. Centro de Bioestadística del Hospital (MGH) (Boston, MA, EE. UU.). Asumiendo una desviación estándar de 16,18 mm, pruebas de dos colas. Error nivel de 0,05. Potencia estadística 90%. Tamaño de muestra de 42 participantes. Permitiendo una tasa de abandono del 20%, el tamaño total de la muestra es 49 participantes en total entre los dos grupos.
------------------------------	---	---	--	--

DLCI BA= Dolor lumbar crónico inespecífico que busca ayuda; DLCI NBA= Dolor lumbar crónico inespecífico que no busca ayuda; SA= Sujetos asintomáticos; DLCI_LA= Dolor lumbar crónico inespecífico que presenta una baja capacidad para generar imágenes motoras cinestésicas y visuales; DLCI_HA= Dolor lumbar crónico inespecífico que presenta una alta capacidad para generar imágenes motoras cinestésicas y visuales; DLCI_GC= Dolor lumbar crónico inespecífico perteneciente al grupo control; DLCI_GE= Dolor lumbar crónico inespecífico perteneciente al grupo experimental; ROM= Rango de movimiento; CM= control motor; ET = Ejercicio Terapéutico; EdT = educación terapéutica; TM= Terapia Manual.

5.1 Participantes

Todos los pacientes con DLCI que participaron en este proyecto de investigación siguieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión, exceptuando en el Estudio I la adición de un criterio más que era la búsqueda o no de asistencia sanitaria, que se evaluó mediante una entrevista semiestructurada que siguió un criterio para la clasificación de los pacientes en un grupo u otro. Los pacientes fueron seleccionados si cumplían con los criterios de inclusión

definidos por las directrices que presentan las Guías de Práctica clínica del *Instituto Nacional para la Salud y Asistencia Sanitaria* sobre el DLCI, el cual se define como "*Tensión, dolor y/o rigidez en la región lumbar para la cual no es posible identificar una causa específica del dolor. En el cual, varias estructuras de la espalda, incluidas las articulaciones, los discos intervertebrales y los tejidos conectivos, pueden contribuir a los síntomas*" (Savigny et al., 2009). Una vez determinado este criterio de inclusión, se verificaron los siguientes: a) DL durante al menos los tres meses anteriores; b) DL de carácter inespecífico; c) hombres y mujeres de 18 a 65 años de edad (Carmona, Ballina, Gabriel, & Laffon, 2001); d) DLCI durante al menos 10 días al mes (Goubert et al., 2017); e) una intensidad de dolor de entre 3 y 10 en la escala analógica visual (EVA) y f) no haber ingerido analgésicos en la últimas 24-48 horas antes de la evaluación inicial.

Se excluyó a los pacientes que cumplieran cualquiera de los siguientes criterios de exclusión: a) comorbilidades, como la presencia de signos neurológicos (por ejemplo, debilidad percibida en las extremidades inferiores), enfermedad reumática sistémica (incluida la fibromialgia) o enfermedad del sistema nervioso central; b) Presentación de cirugías anteriores de columna o de la región de la articulación coxofemoral, c) Presentación de DL de carácter específico (p.e; lesiones discales), d) presencia de diagnóstico psiquiátrico o deterioro cognitivo grave; e) analfabetismo; f) dificultades de comprensión o comunicación; y g) insuficiente comprensión del español para seguir las instrucciones de medición.

En cuanto a los sujetos asintomáticos, se excluyeron aquellos participantes que tuvieran antecedentes de dolor en la columna vertebral, otra afección de DC, la presencia de DL en los últimos tres meses o un diagnóstico de alguna enfermedad sistémica.

5.2 Variables e instrumentos de medición.

En todos los estudios de este proyecto de investigación se registraron en un inicio aquellas variables sociodemográficas como son; la edad, el IMC, el género, el nivel de educación, el tiempo de duración de síntomas, la ingesta de medicación y el estado civil. Además de estas variables, también se registraron variables psicológicas y variables sensoriomotoras que se describen a continuación.

5.2.1 Variables psicológicas y medidas de autoinforme.

- Rasgos de ansiedad y depresión

Los niveles de ansiedad y depresión se evaluaron utilizando la Escala de Ansiedad y Depresión Hospitalaria (HADS). La escala tiene dos subescalas de 7 ítems cada una que miden la ansiedad y la depresión (De Las Cuevas-Castresana, García-Estrada Pérez, & González de Rivera, 1995). La HADS ha presentado una consistencia interna (alfa de Cronbach) de 0.80 a 0.93 para la ansiedad y 0.81 a 0.90 para las subescalas de depresión (Herrmann, 1997).

- Miedo al movimiento

El miedo al movimiento relacionado con el dolor fue evaluado usando la versión española de la Escala Tampa de Kinesiofobia que consta de 11 ítems, cuya fiabilidad y validez han sido demostradas (consistencia interna, alfa de Cronbach $\frac{1}{4}$ 0.78) (Gómez-Pérez, López-Martínez, & Ruiz-Párraga, 2011). La Escala consiste en dos subescalas, una relacionada con el Miedo a la Actividad y otra relacionada con el Miedo al Daño. La puntuación final puede variar entre 11 y 44 puntos, y las puntuaciones más altas indican una mayor percepción de Kinesiofobia o miedo al movimiento (Gómez-Pérez, López-Martínez, & Ruiz-Párraga, 2011).

- *Catastrofismo ante el dolor*

La versión española de la Escala de Catastrofismo ante el dolor evalúa el grado de catastrofización presentado por el paciente ante su condición de DC. Se trata de una escala que ha demostrado ser válida y fiable. Se compone de 13 ítems que se subdividen en tres factores: rumiación, magnificación, y desesperanza. La puntuación total se encuentra entre 0 y 52 puntos, siendo las puntuaciones más altas las que indican un mayor índice de catastrofismo (García-Campayo et al., 2008).

- *Autoeficacia ante el dolor crónico*

La autoeficacia se evaluó a través de la versión en español de la Escala de Autoeficacia para el DC (CPSS). Se ha demostrado que tiene propiedades psicométricas aceptables (Martín-Aragón, Pastor, Rodríguez-Marín, March, Lledó&López-Roig, 1999). La escala se desarrolló para medir la autoeficacia percibida y la capacidad de hacer frente a las consecuencias del dolor en pacientes con DC. Esta escala es un instrumento de 19 elementos, autoadministrado, que comprende 3 dominios que evalúan autoeficacia para el control del dolor, el funcionamiento físico, y hacer frente a los síntomas. Las puntuaciones más altas indican una mayor autoeficacia ante el DC.

- *Capacidad de formar imágenes motoras cinestésicas y visuales*

La capacidad o habilidad para formar imágenes motoras cinestésicas y visuales se evaluó mediante el inventario *Revised Movement Imagery Questionnaire* (MIQ-R). Se trata de un inventario de autoinforme de 8 ítems, de los cuales 4 son de carácter visual y 4 cinestésicos. Para cada ítem, los participantes leyeron una descripción del movimiento. Luego, lo realizaron de forma real y se les instruyó para que reanudaran el movimiento mediante tarea mental señalando al evaluador el inicio y el final del proceso de práctica mental. A continuación, cada participante calificó la facilidad o la dificultad de generar la imagen

mental en una escala de 7 puntos en la que 7 indicaba "muy fácil de visualizar/sentir" y 1 "muy difícil de visualizar/sentir". La consistencia interna del MIQ-R ha demostrado ser adecuada, indicando un coeficiente de alfa de Cronbach por encima de 0,84 para el total del inventario y 0,80 para la subescala visual y 0,84 para la subescala cinestésica (Campos & González , 2010).

- *Cronometría mental*

La cronometría mental se utilizó también para medir el tiempo empleado por el sujeto en el proceso de IM realizado mediante el inventario MIQ-R. El tiempo registrado correspondía al intervalo entre la orden de inicio de la tarea, y la respuesta verbal por parte del participante de que la tarea había sido concluida. La cronometría mental es una tarea conductual fiable que ha sido utilizada previamente para obtener una medida objetiva de la capacidad de IM (Guillot & Collet, 2005; Malouin, Richards, Durand, & Doyon, 2008; Williams, Guillot, Di Rienzo, & Cumming, 2015).

- *Discapacidad percibida*

La discapacidad física percibida por la presencia de DL se evaluó utilizando la versión española del Cuestionario de Discapacidad de Roland Morris (RMDQ). Este cuestionario ha demostrado presentar propiedades psicométricas aceptables. El RMDQ es un cuestionario autoadministrado de 24 ítems, y el puntaje total varía de 0 a 24, las puntuaciones más altas indican un mayor grado de discapacidad (Kovacs et al., 2002).

- *Percepción global del cambio*

La percepción global del cambio se evaluó utilizando la Escala de percepción global del cambio (GROC), en la que se pide al paciente que evalúe cuantitativamente la mejora experimentada desde que comenzó el tratamiento. La puntuación fluctúa entre -5 y +5,

siendo -5 "He empeorado drásticamente", 0 "No he mejorado en absoluto" y +5 "Estoy completamente recuperado" (Kamper, Maher & Mackay, 2009).

5.2.2 Variables sensoriomotoras.

- *Intensidad de dolor*

Se utilizó la EVA para medir la intensidad del dolor antes y después de cada tratamiento. La EVA es una línea de 100 mm con dos puntos finales que representan los estados extremos de "no dolor" y "el máximo dolor imaginable". Se ha demostrado que tiene una buena fiabilidad ($r = 0,94$, $P < 0,001$) y un cambio mínimo detectable de 15,0 mm (Bijur, Silver, & Gallagher, 2001; Ostelo et al., 2008).

- *Frecuencia de dolor*

La frecuencia del dolor se evaluó contando los días que presentó dolor durante el último mes.

- *Expansión del dolor*

La expansión de dolor se evaluó utilizando un software de acceso abierto para calcular el área corporal total en cada diagrama de dolor y el número de sitios de dolor (Dos Reis, de Barros, de Lucena, Mendes Cardoso, & Nogueira, 2016). La expansión de dolor cuenta con dos subvariables; el porcentaje de área de dolor (PA) y el número de sitios en los que el paciente presenta dolor (NS). Esta medida de evaluación ha demostrado tener una buena fiabilidad intraevaluador con un coeficiente de correlación intraclase (CCI) = 0,99; intervalo de confianza (IC) del 95% = 0,98 a 0,99; $P < 0,001$. Por otro lado, también ha demostrado una buena fiabilidad interevaluador con un CCI = 0,989; IC del 95% = 0,980 a 0,994; $P < 0,001$ ((Dos Reis, de Barros, de Lucena, Mendes Cardoso, & Nogueira, 2016).

- *Magnitud de la ST de estímulos*

Para la evaluación de la ST de estímulos se utilizó los monofilamentos de *Von Frey*. Los pacientes fueron colocados en posición de decúbito prono en la camilla, y se tomaron medidas de 1 cm lateral en la apófisis espinosa de L4 y en el epicóndilo lateral del antebrazo no dominante. Inicialmente, se aplicó un único estímulo en estos puntos, luego el paciente evaluó la intensidad del dolor del estímulo utilizando la EVA. Después, se aplicaron 10 estímulos rítmicos en el mismo punto, guiados por un metrónomo a 60 bpm (Maier et al., 2010; Starkweather et al., 2016). El efecto de la ST sobre el dolor se calculó como la diferencia entre la puntuación media de las tres repeticiones de un estímulo y la calificación media de las tres repeticiones de 10 estímulos (Marouf & Pich, 2015).

- *Discriminación de dos puntos*

La evaluación de discriminación de dos puntos se realizó con un estesiómetro. Esta prueba presentó un CCI de 0,81. Los participantes fueron colocados cómodamente en una posición de decúbito prono. El evaluador hizo una marca a una distancia de un 1 cm lateral a la espina dorsal la apófisis espinosa de L3 en el lado dominante del paciente.

La prueba se inició con el estesiómetro fijado a una distancia de 70 mm basado en un protocolo detallado por Nolan (Nolan, 1985). La distancia entre los puntos se redujo en 10 mm hasta que el paciente no fue capaz de entre uno o dos contactos en la prueba. Los pacientes fueron instruidos para decir "uno" cuando sintieran un punto o "dos" cuando sintieron dos puntos. El evaluador hizo tres mediciones y calculó la media total (Catley, Tabor, Wand, & Moseley, 2013).

- *Nivel de actividad física*

El nivel de AF se midió utilizando el Cuestionario Internacional de AF en su versión corta. Consiste en 9 ítems que cuantifican el tiempo que el individuo dedica a realizar cualquier

AF de intensidad vigorosa o moderada. Este cuestionario presenta un CCI de 0,76 (IC del 95%) (Craig et al., 2003).

- *Equilibrio dinámico*

El equilibrio dinámico se midió usando el Y Balance Test (YBT). El YBT ha demostrado una fiabilidad de buena a excelente intraevaluador (0,85-0,91) e interevaluador (0,99-1,00) (Plisky et al., 2009).

Esta prueba se realizó en bipedestación, en primer lugar, el paciente apoyaba su pierna derecha en la superficie mientras que con la pierna izquierda debía seguir 3 direcciones diferentes (anterior, postero-medial y posterior-lateral), sin apoyar el pie en el suelo (Plisky et al., 2009; Teyhen et al., 2014). El porcentaje de distancia de alcance (%) se calculó mediante la suma del alcance de las 3 direcciones dividida por la longitud del miembro evaluado y a su vez multiplicado por 100 (Shaffer et al., 2013). Estas mediciones se obtuvieron para ambos lados.

- *Fuerza lumbar*

La fuerza de la región lumbar se midió con un dinamómetro de pie (Takei TM 5420). El protocolo de medición establece que el paciente debe estar de pie en la plataforma del dinamómetro con las rodillas en extensión, los codos extendidos, las caderas flexionadas y sus dedos índices sosteniendo la barra a la altura de la rótula. A partir de dicha posición el sujeto deberá realizar un ajuste previo de contracción de la musculatura de la región lumbar y deberá realizar un movimiento de extensión lumbar. El sujeto deberá mantener la contracción durante 3 segundos. Esta prueba ha demostrado ser válida y fiable para medir la fuerza muscular de la región lumbar ($r\ 0.91, p<.001$) (Coldwells, Atkinson, & Reilly, 1994).

- *Resistencia lumbar*

La resistencia de los extensores fue evaluada con la prueba de Ito. Los pacientes fueron colocados en posición de decúbito prono. El evaluador colocó una pequeña almohada bajo el bajo abdomen para disminuir la lordosis lumbar (Moreau, Green, Johnson, & Susan, 2001). Los pacientes fueron instruidos para mantener la posición en horizontal del hemicuerpo tanto tiempo como sea posible, con un máximo de 300 segundos (Ito et al., 1996; Moreau, Green, Johnson, & Susan, 2001). El fisioterapeuta registró el tiempo (en segundos) que aguantaba cada participante sin mostrar signos de claudicación. Esta prueba ha demostrado que los pacientes con DLCI presentaron valores de test-retest r de 0,93 y 0,95 para los hombres y mujeres, respectivamente, y un CCI de 0,93 para ambos géneros (Moreau, Green, Johnson, & Susan, 2001).

- *Medida de rango de movimiento*

El ROM se evaluó con un inclinómetro digital basado en la aplicación móvil, iHandy ®. Se ha demostrado que tiene una buena fiabilidad intraevaluador e interevaluador, con un CCI superior a 0,80 (95% CI) (Kolber et al., 2013).

Se evaluaron los movimientos en flexo extensión (ROMFE) y en flexión lateral (ROMFL). El protocolo para medir la amplitud de movimiento consistió en el siguiente proceso: se colocó al paciente en posición de bipedestación con los brazos a lo largo del cuerpo; el fisioterapeuta marcó la apófisis espinosa de T12 y S2 para colocar el dispositivo móvil; luego se pidió al paciente que realizara una flexión máxima del tronco (Bedekar, Suryawanshi, Rairikar, Sancheti, & Shyam, 2014), seguida de una extensión máxima del tronco. Se tomaron tres mediciones y se calculó el promedio de las diferencias presentadas entre los dos puntos de referencia. Posteriormente, el fisioterapeuta sumó los grados de los movimientos de flexión y extensión. Finalmente, se colocó al paciente en la misma posición

con el dispositivo móvil colocado en el T12, evaluándose el movimiento de la flexión lateral completa (Bedekar, Suryawanshi, Rairikar, Sancheti, & Shyam, 2014)

- *Medida de control motor lumbar*

El CM de la región lumbar se evaluó con el instrumento Stabilizer Pressure Biofeedback ® (Chattanooga Group Inc., Chattanooga, TN, USA). Se realizó una modificación de la prueba de posición neutra, desarrollada por Azevedo y colaboradores en 2013. La medición se basó en un protocolo validado en un estudio anterior y presentó un CCI de 0,94 (intervalo de confianza del 95% \pm 0,87-0,97) (Azevedo et al., 2013). Los pacientes fueron colocados en posición de decúbito supino con el estabilizador en la región lumbar con una presión inicial de 40 mmHg y una flexión de rodilla de 90°. Posteriormente, se les indicó que debían realizar una flexión de cadera y de rodilla de 90° con un miembro, y seguidamente con el miembro opuesto. Según el protocolo del Stabiliser Pressure Biofeedback ®, la presión debe aumentar como máximo entre 8 y 10 mmHg durante el ejercicio para considerar una correcta estabilización. El evaluador hizo tres mediciones y calculó la media total (Chattanooga Group, 2005).

5.3 Resumen de los procedimientos

Estudio I

En un inicio, se registraron todas las variables sociodemográficas y a continuación cada paciente procedió a rellenar las medidas de autoinforme determinadas y su expansión de dolor en el mapa corporal. Seguidamente, un evaluador procedió a realizar la entrevista semiestructurada para determinar la búsqueda o no búsqueda de asistencia sanitaria. Por último, se realizó la evaluación del ROMFE, ROMFL y el YBT.

Estudio II

Al comienzo, se registraron todas las variables sociodemográficas descritas seguidas de la realización de las medidas de autoinforme. Por último, el fisioterapeuta evaluó la habilidad o capacidad de formar imágenes motoras cinestésicas y visuales, además del tiempo empleado en la ejecución de dicha prueba.

Estudio III

Una vez registradas las medidas de autoinforme, se evaluó la habilidad o capacidad de formar imágenes motoras cinestésicas y visuales, además del tiempo empleado en la ejecución de dicha prueba. Posteriormente, se evaluaron las medidas de autoinforme y se dividieron a los participantes en dos grupos en base a la capacidad de formar imágenes motoras cinestésicas y visuales. Seguidamente, se realizó un análisis comparativo entre grupos, y el grupo de menor capacidad para formar imágenes motoras cinestésicas y visuales fue sometido a una intervención durante 1 mes basada en ET y EdT para observar si existía mejoría en dicha capacidad realizando un abordaje cognitivo-conductual.

Estudio IV

Tras firmar el consentimiento informado y rellenar el cuestionario sociodemográfico los pacientes fueron evaluados mediante medidas de autoinforme y determinadas pruebas físicas (CM Lumbar y resistencia lumbar) y somatosensoriales (magnitud de ST de estímulos mecánicos y discriminación de dos puntos). Posteriormente, fueron aleatoriamente divididos en dos grupos de intervención (GC: EdT y ET; GE: EdT, ET Y TM), durante 1 mes con una frecuencia de dos veces por semana. Se realizaron mediciones después del tratamiento y a los tres meses de seguimiento de todas las variables descritas anteriormente.

5.4 Resumen de las intervenciones

En los estudios III y IV, se llevó a cabo una intervención cognitivo-conductual durante un mes, con una frecuencia de dos sesiones a la semana. En el Estudio III se realizó un abordaje mediante ET y EdT con una única medición post intervención, mientras que en el Estudio IV, se realizó una comparación de dos intervenciones que consistían en el GC la realización de ET y EdT y en el GE la realización de TM, ET y EdT, tomamos medidas post intervención y a los tres meses de seguimiento.

A continuación, se describe de forma resumida las intervenciones:

- Protocolo de educación terapéutica.

Durante las sesiones 1, 3, 5, 7 y 8 cada paciente recibió una serie de estrategias para modificar aquellas creencias desadaptativas y aumentar el nivel de autoeficacia mediante la educación en estrategias de afrontamiento activas, dichas sesiones se realizaron utilizando apoyo informático con una presentación en PowerPoint. En cambio, en las sesiones 2, 4 y 6 se entrenaron todas las habilidades descritas en la sesión anterior de manera práctica utilizando técnicas basadas IM, OA, reinterpretación sensorial y relajación progresiva de Jacobson. La duración de cada sesión fue de 25 minutos, de manera individual con un fisioterapeuta especializado en el DC.

- Programa de ejercicio terapéutico.

El programa de ET se basó en el entrenamiento del CM lumbar mediante un trabajo de musculatura profunda (transverso del abdomen, multífidos y suelo pélvico). Las sesiones de ejercicio también se realizaron de manera individual y a continuación de la sesión de EdT. Cada sesión tenía una duración de 20-25 minutos. Como medidas de control se avisó a cada paciente que los ejercicios irían progresando en dificultad e intensidad y que en caso de

presentar dolor debían señalárselo al fisioterapeuta encargado. A su vez, se les indicó a los pacientes que debían realizar dichos ejercicios al menos 2 veces por semana en el domicilio.

- Protocolo de terapia manual.

El protocolo consistía en movilizaciones accesorias (posteroanterior), tracción de la región lumbo-pélvica, movilización con movimiento en la articulación coxofemoral, y técnicas globales de movilización neuronal de la columna lumbar. La duración de la fisioterapia manual ortopédica fue 20-25 minutos por sesión durante las 8 sesiones totales de la intervención.

5.5 Análisis de los datos.

El análisis de los datos se realizó utilizando el Paquete estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS 20.00, IBM Inc., EE.UU.). Se analizaron las variables sociodemográficas y clínicas de los participantes en todos los estudios. Las variables cuantitativas se mostraron como $\text{media} \pm \text{desviación estándar}$ e intervalo de confianza del 95% (IC). Los datos se mostraron en frecuencia relativa (%), estadísticas descriptivas, tablas de resumen y figuras. Se utilizó la Prueba de Chi-cuadrado para analizar aquellas variables categóricas nominales mostrando los resultados en frecuencia y porcentaje.

Para realizar el análisis de normalidad, se utilizaron la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Estudio I y II), la prueba de Shapiro-Wilk (Estudio III y IV) y por último asumimos el teorema del límite central en los estudios I y II, dado que los grupos tenían más de 30 participantes (Kwak & Kim, 2017; Mouri, 2013; Nixon, Wonderling, & Grieve, 2010). Se utilizó la prueba T de Student para las comparaciones entre dos grupos independientes. Para evaluar las comparaciones entre más de dos grupos o la interacción con otras variables se utilizó un análisis unidireccional de la varianza (ANOVA) y la prueba de ANOVA de

medidas repetidas en el Estudio IV para observar la interacción grupo y tiempo de la intervención realizada. Se hizo un seguimiento de los hallazgos significativos del ANOVA mediante una prueba post hoc con corrección de Bonferroni. Calculamos el eta-cuadrado parcial (η^2) como medida del tamaño del efecto para cada efecto principal e interacción en el ANOVA. Para este análisis, los rangos 0,010-0,059, 0,060-0,139 y $>0,14$ representaban los efectos pequeños, medianos y grandes, respectivamente (Cohen, 1988;Cohen, 1973).

Se calcularon los tamaños del efecto de Cohen para un análisis post hoc de las variables de resultado. De acuerdo con el método de Cohen, la magnitud del efecto se clasificó como pequeña (0,20-0,49), mediana (0,50-0,79) o grande (0,80).

Para asegurar el control de la tasa de falsos positivos, se utilizó un ajuste de los valores p utilizando el método de Benjamini-Hochberg (tasa de falso descubrimiento [FDR]). La corrección de la FDR asegura que, en ningún caso, si se trabaja con un 95% de confianza, habrá más de un 5% de variables en las que se haya producido un falso positivo (Estudio I) (Benjamini & Hochberg, 1995).

Examinamos las correlaciones entre variables, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson. Un coeficiente de correlación de Pearson $<0,30$, 0,30-0,60 y $>0,60$ indicaba correlaciones bajas, medias y altas, respectivamente (Hinkle, Wiersma, & Jurs, 1990).

Finalmente, se realizó un análisis de regresión lineal múltiple para estimar la fuerza de correlación para determinadas variables (Estudio I y II). La fuerza de la correlación se examinó utilizando coeficientes de regresión (B), valores de P y R^2 ajustados. Los coeficientes beta estandarizados fueron reportados para cada variable predictora. Incluimos los modelos reducidos finales para permitir una comparación directa entre la variable predictora y la variable criterio. Para el análisis de los datos, utilizamos un IC del 95% y un

valor de P inferior a 0,05. En la **tabla 3** se puede observar las pruebas estadísticas realizadas en cada estudio (Tabla 3).

Tabla 3. Pruebas estadísticas utilizadas en cada estudio.

	Estudio I	Estudio II	Estudio III	Estudio IV
Análisis descriptivo	X	X	X	X
Pruebas de normalidad / Teorema central del límite	X	X	X	X
T-Student	X	X	X	X
ANOVA	X			X
Cálculo del tamaño del efecto	X	X	X	X
Correlaciones bivariadas de Pearson	X	X	X	
Análisis de regresión lineal múltiple	X	X		
FDR q valor	X			

ANOVA: Análisis de varianza de un factor; FDR: Tasa de falso descubrimiento.

RESULTADOS

6. RESULTADOS

6.1 Estudio I

Grande-Alonso, M., Muñoz-García, D., Cuenca-Martínez, F., Delgado-Sanz, L., Prieto-Aldana, M., La Touche, R & Gil-Martínez, A. (2020). Relationship between seeking health care and expansion of pain in patients with non-specific chronic low back pain. *PeerJ*, 8, e8756.

Objetivo principal del estudio:

El objetivo principal de este estudio fue evaluar si había diferencias en la expansión del dolor entre pacientes con DLCI que buscaban atención sanitaria y pacientes con DLCI que no buscan atención sanitaria.

Objetivo secundario del estudio:

El objetivo secundario era determinar cuáles son los factores predictivos de una mayor expansión del dolor en pacientes con DLCI que buscaban atención sanitaria.

Resultados

Los pacientes que buscaron ayuda mostraron mayor expansión del dolor e intensidad de este en comparación con el grupo que no buscó ayuda, con un tamaño del efecto medio (0,50-0,79). El modelo de regresión para el grupo que buscaba ayuda mostró que el equilibrio dinámico con la pierna izquierda y la depresión eran predictores del PA (34,6%). La combinación del equilibrio dinámico, el ROMFE y la depresión eran predictores de un WP (48,5%).

Conclusión

Los pacientes que buscaron atención sanitaria presentaron una mayor expansión del dolor que los pacientes que no buscaron ayuda sanitaria. Una combinación de variables funcionales y psicológicas puede predecir significativamente la expansión del dolor en los pacientes con DLCI que buscan ayuda.



Relationship between healthcare seeking and pain expansion in patients with nonspecific chronic low back pain

Mónica Grande-Alonso^{1,2}, Daniel Muñoz-García³, Ferran Cuenca-Martínez^{1,2}, Laura Delgado-Sanz¹, María Prieto-Aldana², Roy La Touche^{1,2,3,4} and Alfonso Gil-Martínez^{1,4,5}

¹ Departamento de Fisioterapia, Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Spain

² Motion in Brains Research Group, Institute of Neuroscience and Sciences of the Movement (INCIMOV), Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Spain

³ Instituto de Neurociencia y Dolor Craneofacial (INDCRAN), Madrid, Spain

⁴ Instituto de Investigación Sanitaria del Hospital Universitario La Paz (IdiPAZ), Madrid, Spain

⁵ CranioSpain Research Group, Departamento de Fisioterapia, Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Spain

ABSTRACT

Objectives. Low back pain (LBP) is the most prevalent musculoskeletal problem, which implies a high rate of chronicity. The chronicity of symptoms can lead to pain expansion. The main objective of this study was to assess whether there were differences between patients with nonspecific chronic LBP (CLBP) who sought healthcare compared to those who did not in terms of pain expansion.

Methods. Ninety individuals participated in the study and were divided into three groups: 30 patients who sought care; 30 patients who did not seek care; and 30 asymptomatic individuals. The primary variable analyzed was pain expansion. Secondary physical and psychological variables were assessed later, and a regression analysis was performed.

Results. Patients who sought help showed significant differences in pain expansion and pain intensity compared with the group who did not seek help, with a medium effect size (0.50–0.79). The regression model for the care-seeking group showed that dynamic balance with the left leg and depression were predictors of percentage pain surface area (34.6%). The combination of dynamic balance, range of movement in flexoextension and depression were predictors of widespread pain (48.5%).

Conclusion. Patients who sought care presented greater pain expansion than patients who did not. A combination of functional and psychological variables can significantly predict pain expansion in patients with nonspecific CLBP who seek help.

Subjects Anesthesiology and Pain Management, Orthopedics, Psychiatry and Psychology

Keywords Chronic pain, Pain expansion, Psychosocial factors, Chronic widespread pain

INTRODUCTION

Low back pain (LBP) is the most prevalent musculoskeletal problem and the fourth pathological cause of disability, which implies a high rate of chronicity and absenteeism (Hoy *et al.*, 2012). Between 13.5% and 47% of the general population has been found to

Submitted 29 August 2019
Accepted 16 February 2020
Published 9 March 2020

Corresponding author
Roy La Touche,
roylatouche@lasallecampus.es,
roylatouche@yahoo.es

Academic editor
G. Lorimer Moseley

Additional Information and
Declarations can be found on
page 17

DOI 10.7717/peerj.8756

© Copyright
2020 Grande-Alonso et al.

Distributed under
Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

How to cite this article Grande-Alonso M, Muñoz-García D, Cuenca-Martínez F, Delgado-Sanz L, Prieto-Aldana M, La Touche R, Gil-Martínez A. 2020. Relationship between healthcare seeking and pain expansion in patients with nonspecific chronic low back pain. *PeerJ* 8:e8756 <http://doi.org/10.7717/peerj.8756>

have chronic musculoskeletal pain (Cimmino, Ferrone & Cutolo, 2011). Chronic pain is defined as pain that persists beyond 6 months, leading to neural, somatic, cognitive and behavioral disturbances. Such alterations can lead to maladaptive neuroplastic changes at the medullary and supramedullary level (Hashmi et al., 2013; Merskey & Bogduk, 1994; Walsh et al., 2008), associated with the concept of nociplastic pain. Such pain is defined, according to the International Association for the Study of Pain, as “pain that arises from altered nociception despite no clear evidence of actual or threatened tissue damage causing the activation of peripheral nociceptors or evidence for disease or lesion of the somatosensory system causing the pain” (IASP, 2017).

Among the characteristics found in this population, it has been observed that individuals with chronic low back pain (CLBP) can present functional alterations, such as changes in dynamic stability or range of motion, physical alterations and somatosensory disturbances (Sadler et al., 2017; Laird et al., 2014; Tong et al., 2017). All these characteristics make CLBP a major public health problem, given it causes major disability and a reduction in quality of life of those who experience it. However, the prevalence of health system use in Europe for LBP has been shown to be low, at 48% (Beyera, Brien & Campbell, 2019). Thus, numerous studies have evaluated the factors that lead a patient with CLBP to seek professional help (Buchan et al., 2016; IJzelenberg & Burdorf, 2004; Traeger et al., 2019). Research has shown that there is a positive association between care seeking and sociodemographic variables such as age, as well as other variables related to the experience of pain, such as pain intensity, frequency of pain episodes, disability and chronicity of symptoms and cognitive variables (Jacob, Zeev & Epstein, 2003a; Jacob, Zeev & Epstein, 2003b; Mannion, Wieser & Elfering, 2013; Szpalski et al., 1995). Similarly, although some care-seeking patients have been shown to develop an external locus of control, high rates of disability and a greater influence of psychological factors in regard to their perception of pain, no studies have shown how these relate to care seeking for pain expansion (Ferreira et al., 2010; Rollman et al., 2012; Rollman et al., 2013).

CWP is defined as pain present on both sides of the body, involving an expansion to the upper limbs, the lower limbs and the axial skeleton (Wolfe et al., 1990). CWP is an important clinical variable because it provides us with abundant information. This condition has been shown to have a high impact on functionality, quality of life and psychological factors (Landmark et al., 2013; Papageorgiou, Silman & Macfarlane, 2002). Reis et al. (2018) had studied brain regions related to emotions and cognition in patients with chronic pain and found that changes in brain function are related to CWP in various regions of the body. In particular, CWP was associated with high rates of anxiety and depression, but evidence is still scarce (Hagen et al., 2011; Ris et al., 2019).

The main objective of this study was to assess whether there were differences between patients with nonspecific CLBP who sought health care compared with those who did not, in terms of pain expansion. The secondary objective was to determine which factors predictive of greater pain expansion are present in patients with nonspecific CLBP based on their search for care.

MATERIALS & METHODS

Design and sample

This study was cross-sectional with a non-probabilistic sample, with the aim of assessing somatosensory, physical and psychosocial variables in patients with nonspecific CLBP who seek care or not and asymptomatic individuals. The trial was conducted in accordance with the Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology statement ([Von Elm et al., 2008](#)). Following the Helsinki Declaration, the Ethics Committee of the La Paz Hospital in Madrid, Spain approved our study (PI-2567) for clinical research in a public reference hospital in Madrid (Spain), and written informed consent was obtained from all participants.

The participants were recruited between April 2017 and January 2018. The sample was recruited from our university campus and the local community through flyers, posters, social media and outpatients of a primary healthcare center in Madrid, Spain.

A consecutive nonprobabilistic convenience sample of 90 individuals was recruited. Participants were classified into the following groups: group 1 was composed of 30 patients with nonspecific CLBP who did not seek care; group 2 was composed of 30 patients with nonspecific CLBP who sought care; and group 3 was composed of 30 asymptomatic individuals. The symptomatic participants were assigned to one group or the other according to whether they sought care from a health professional for their musculoskeletal condition. Those patients who at no time went to any health professional for their problem were classified in the non-care-seeking group. These patients were recruited via flyers placed at the university center and in the local community. The patients who had gone to a primary care doctor due to the presence of CLBP were assigned to the care-seeking group, given they had an intention to be treated.

Patients with nonspecific CLBP were selected if they met the inclusion criteria defined by the National Institute for Health and Care Excellence in the LBP Guidelines defines the nature of LBP as “Tension, soreness and/or stiffness in the lower back region for which it is not possible to identify a specific cause of the pain. Several structures in the back, including the joints, discs and connective tissues, may contribute to symptoms” ([Savigny, Watson & Underwood, 2009](#)). The following inclusion criteria were also considered on the basis of a previous investigation ([Grande-Alonso et al., 2019](#)): (a) LBP for at least the prior 3 months; (b) LBP of a nonspecific nature; (c) men and women aged 18 to 65 years ([Carmona et al., 2001](#)); (d) LBP for at least 10 days per month ([Goubert, Danneels & Graven-nielsen, 2017](#)); the time between seeking care and recruitment was 5–7 days; and (e) an intensity of pain between 3 and 10 on the visual analogue scale (VAS).

Individuals were excluded if they met any of the following exclusion criteria: (a) comorbidities, such as the presence of neurological signs (e.g., weakness perceived in the lower limbs), systemic rheumatic disease (including fibromyalgia) or central nervous system disease; (b) the presence of psychiatric diagnosis or severe cognitive impairment; (c) illiteracy; (d) understanding or communication difficulties; and (e) insufficient Spanish language comprehension to follow measurement instructions.

Finally, asymptomatic individuals were excluded if they had a history of spinal pain, another condition of chronic pain or had a diagnosis of any systemic disease.

Procedure

After consenting to participate, all the participants received a sociodemographic questionnaire to complete on the day of the measurement, which collected sex, date of birth and educational level. Next, each participant completed a set of self-report measures, and we evaluated the pain drawings in both the care-seeking and non-care-seeking groups.

Next, the evaluator conducted a semi-structured interview with each of the patients in which questions were asked about their symptomatology (e.g., intensity, frequency and severity of symptoms), demographics and certain questions to determine whether they were in search of treatment, based on previous literature ([Macfarlane et al., 2003](#); [Rollman et al., 2013](#)). Once the questionnaires were completed, the participant painted the regions of pain on the body chart. Then, according to the procedure of [Dos Reis et al.](#), we used an electronically scanned version of the body diagram and open-source software to calculate the total body area in each pain diagram ([Dos Reis et al., 2016](#)). Based on the literature, we decided to calculate the percentage pain surface area (PPSA) and count the number of pain sites in order to evaluate widespread pain (WP) ([Dragioti et al., 2017](#); [Hägg et al., 2003](#); [Persson, Garametsos & Pedersen, 2011](#); [Visser et al., 2014](#)). A previous study of patients with chronic pain ([Muñoz García et al., 2016](#)) had shown that both PPSA and WP measures were helpful when assessing pain behavior. The PPSA shows the percentage surface area of pain and the WP calculates how widespread that magnitude is (in number of sites) over the body surface area.

Finally, a physiotherapist instructed the patients regarding the physical test to be performed, and they were supervised during the session. The first test that was performed was an evaluation of the range of movement in flexoextension (ROMFE) and lateral flexion movements (ROMLF). The protocol for measuring range of motion consisted of the following process: the patient was placed in a standing position with arms along the body; the physiotherapist marked the spinous process of T12 and S2 to place the mobile device; the patient was then asked to perform a maximum trunk flexion ([Bedekar et al., 2014](#)), followed by a maximum trunk extension. Three measurements were taken, and the average of the differences presented between the two reference points was calculated. Then, the physiotherapist added the degrees of flexion and extension movements. Finally, the patient was placed in the same position with the mobile device placed on T12, the movement of the complete lateral flexion being evaluated ([Bedekar et al., 2014](#)).

The final test that was performed was the evaluation of dynamic balance by means of the Y Balance Test (YBT). This test was performed in a single-limb stance while simultaneously moving the nonstanding limb in 3 different directions: anteriorly, posteromedially and posterolaterally ([Plisky et al., 2009](#); [Teyhen et al., 2014](#)). The composite reach distance (%) was calculated by the sum of the 3 reach directions divided by 3 times the limb length per 100 ([Shaffer et al., 2013](#)). These measurements were obtained for the right and left sides.

Outcome Measures

Primary variable

Pain drawings. Pain drawings (PPSA and WP) were assessed using open-source software to calculate the total body area in each pain diagram (Dos Reis et al., 2016), which has been shown to have good intrarater reliability with an intraclass correlation coefficient (ICC) = 0.99; 95% CI [0.98–0.99] $P < 0.001$. The inter-rater reliability for the measurement was ICC = 0.989; 95% CI [0.980–0.994]; $P < 0.001$ (Dos Reis et al., 2016).

Secondary variables

Pain intensity. Self-reported pain was assessed using the Spanish version of the VAS. The VAS is a 100-mm line with 2 endpoints representing the extreme states, “no pain” and “pain as bad as it could be”. It has been shown to have good retest reliability ($r = 0.94$, $P > 0.001$) (Bijur, Silver & Gallagher, 2001).

Frequency of pain. The frequency of pain was evaluated based on the number of days with pain during the last month (Grande-Alonso et al., 2019).

Frequency of medication. The frequency of medication was evaluated based on the number of days the patient had taken medication for LBP in the last month (Grande-Alonso et al., 2019).

Level of physical activity. The physical activity (PA) level was measured using the International Physical Activity Questionnaire in its short version. It consists of 9 items that quantify the time that the individual devotes to perform any PA of vigorous or moderate intensity. This questionnaire presents an ICC of 0.76 (95% CI) (Craig et al., 2003).

Range of motion. The range of motion was evaluated with a digital inclinometer based on the mobile application, iHandy. It has been shown to have good intrarater and inter-rater reliability, with ICC over 0.80 (95% CI) (Kolber et al., 2013).

Dynamic balance. Dynamic balance was measured using YBT. The YBT has shown good to excellent intrarater (0.85–0.91) and inter-rater (0.99–1.00) reliability (Plisky et al., 2009).

Anxiety and depression. Anxiety and depression levels were assessed using the Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS). The scale has two subscales of 7 items each that measure anxiety and depression (De Las Cuevas-Castresana, García-Estrada Pérez & González de Rivera, 1995). The HADS presented an internal consistency (Cronbach’s alpha) from 0.80 to 0.93 for the anxiety and 0.81 to 0.90 for the depression subscales (Herrmann, 1997).

Fear of movement. Fear of movement was assessed using the 11-item Spanish version of the Tampa Scale of Kinesiophobia (TSK-11), which has a Cronbach’s alpha of 0.78 (Gómez-Pérez, López-Martínez & Ruiz-Párraga, 2011). The final score can range between 11 and 44 points, with higher scores indicating greater perceived fear of movement.

Low back disability. Physical disability due to LBP was assessed using the Spanish version of the Roland-Morris Disability Questionnaire (RMDQ), which presented an internal consistency (Cronbach's alpha) of 0.84 to 0.93 and test-retest reliability ranging between 0.72 and 0.91 (Kovacs *et al.*, 2002; Roland & Fairbank, 2000).

Sample Size

We conducted a pilot study to determine the effect size between non-care seekers with nonspecific CLBP and care seekers with nonspecific CLBP using a pain drawing. The pilot study included 15 patients from each group and obtained an effect size (Cohen's *d*) of 0.66. The sample size was estimated with G*Power 3.1.7 for Windows (G*Power from University of Dusseldorf, Germany) (Faul *et al.*, 2007). We opted to use an independent *t*-test in order to detect differences between both symptomatic groups for WP. Moreover, we used an alpha error level of 0.05, a statistical power of 80% (1-B error), and an effect size of 0.66. A total sample size of 60 patients (30 non-care seekers with nonspecific CLBP and 30 care seekers with nonspecific CLBP) was estimated to ensure reliability.

Data analysis

The sociodemographic and clinical variables of the participants were analyzed. The data were summarized using frequency counts, descriptive statistics, summary tables and figures.

The data analysis was performed using the Statistics Package for Social Science (SPSS 20.00, IBM Inc., USA). The categorical variables are shown as frequency and percentage. The quantitative results of the study are represented by descriptive statistics (CI, mean, and standard deviation). For all variables, the *z*-score was assumed to follow a normal distribution based on the central limit theorem, given the groups had more than 30 participants (Kwak & Kim, 2017; Mouri, 2013; Nixon, Wonderling & Grieve, 2010). Student's *t*-test was used for the nonspecific CLBP group comparisons (months of pain, pain intensity, days of pain/month, days of medication/month, PPSA, WP and RMDQ). Cohen's *d* effect sizes were calculated for a *post hoc* analysis of the outcome variables. According to Cohen's method, the magnitude of the effect was classified as small (0.20–0.49), medium (0.50–0.79) or large (0.80).

A one-way analysis of variance (ANOVA) was used to analyze numerical variables among the asymptomatic participants, the care-seeking group and the non-care-seeking group (sociodemographic variables, ROMFE, ROMLF, CRDL, CRDR, HAD_D, HAD_A and TSK-11). Significant ANOVA findings were followed up using a *post hoc* test with Bonferroni correction. We calculated the partial eta-squared (η_p^2) as a measurement of the effect size for each main effect and interaction in the ANOVAS. For this analysis, 0.010–0.059, 0.060–0.139, and >0.14 represented small, medium and large effects, respectively (Cohen, 1988; Cohen, 1973).

To ensure control of the false positive rate, an adjustment of the *p*-values using the Benjamini–Hochberg method was used (false discovery rate [FDR]). The FDR correction ensures that in no case, if working with 95% confidence, will there be more than 5% of variables in which a false positive has occurred (Benjamini & Hochberg, 1995).

We examined the PPSA and WP associations with psychological, functional and somatosensory measures, using Pearson's correlation coefficient. A Pearson correlation

coefficient >0.60 , 0.30 – 0.60 and <0.30 indicated high, medium and low correlations, respectively (Hinkle, Wiersma & Jurs, 1990). The variables that showed the highest correlation with PPSA and WP were used to perform the subsequent regression analysis.

A multiple linear regression analysis was performed to estimate the strength of the associations between the PPSA and WP results. PPSA and WP variables were used as predictors. Considering the variables more strongly correlated with PPSA and WP, we performed the linear regression analysis. The strength of the association was examined using regression coefficients (B), P values and adjusted R^2 . Standardized beta coefficients were reported for each predictor variable. We included the final reduced models to allow a direct comparison between the predictor variable and the criterion variable, which we studied. For the data analysis, we used a 95% CI and a P value of less than 0.05.

RESULTS

A total of 90 participants completed the study (30 patients with nonspecific CLBP who sought care, 30 patients with nonspecific CLBP who do not seek care and 30 asymptomatic controls). Table 1 shows the sociodemographic characteristics of the study participants.

Primary variable

Pain expansion

Statistically significant differences were observed in the pain drawing, with pain expansion greater in care seekers (Figs. 1 and 2). Student's t -test (for independent samples) revealed significant differences between the groups for PPSA ($t = -2.50$; $q = 0.02$; $d = 0.64$) and WP ($t = -2.77$; $q = 0.02$; $d = 0.71$). Table 2 shows the intergroup comparison. A bar graph was made based on the search for help and the variables of the pain expansion. This graph shows that there was little dispersion in the sample with respect to these variables (Figs. 3 and 4).

Secondary Variables

Regarding the secondary variables, the strongest results showed significant differences in pain intensity ($t = -2.35$; $q = 0.03$; $d = -0.73$) and frequency of medication ($t = -2.86$; $q = 0.003$; $d = -0.73$) between care seekers and non-care seekers, with higher intensity in care seekers. Data with respect to physical, somatosensory and psychosocial variables are summarized in Tables 2 and 3.

Correlation and Regression Analyses

Pearson's correlation analysis showed only a moderate correlation, observed in the pain drawing, between functional and psychological variables in the care-seeking group of patients with nonspecific CLBP. The most significant correlations in this group were the association between right and left dynamic stability and the number of pain sites ($r = -.540$, $P < 0.01$; $r = -.564$, $P < 0.01$, respectively), the association between depression and the number of pain sites ($r = .436$, $P < 0.05$) and the association of the same variable with PPSA ($r = .428$, $P < 0.05$). Finally, a negative correlation was also established between the ROMFE and the PPSA ($r = -.391$, $P < 0.05$) and between the days of medication intake and the number of pain sites ($r = .393$, $P < 0.05$) (Table 4).

Table 1 Descriptive statistics of socio-demographic data.

Measures	Asymptomatic (n = 30)	Non care seekers (n = 30)	Care seekers (n = 30)	FDR-Adjusted p-values a.k.a q value
Age ^a	38.30 ± 13.09	37.93 ± 12.30	46.07 ± 10.90	.02**
Gender ^b				.87
Male (%)	13 (43.3)	14 (46.7)	12 (40)	
Female (%)	17 (56.7)	16 (53.3)	18 (60)	
Height (cm) ^a	167.47 ± 9.76	171 ± 8.42	166.73 ± 10.14	.23
Weight (kg) ^a	69.20 ± 16.87	72.22 ± 11.95	73.54 ± 17.50	.60
BMI (Kg/m ²)	24.48 ± .83	24.61 ± .55	26.4 ± 1.05	.23
Educational Level ^b				.09
Primary Education (%)	4 (13.3)	3 (10)	10 (33.3)	
Secondary education (%)	4 (13.3)	2 (6.6)	5 (16.7)	
College education (%)	22 (73.3)	25 (83.3)	15 (50)	
Level of physical activity ^b				.03**
Mild (%)	5 (16.7)	4 (13.3)	11 (36.7)	
Moderate (%)	8 (26.7)	15 (50)	12 (40)	
Vigorous (%)	17 (56.7)	11 (36.7)	7 (23.3)	
Medication ^b				.003**
None	30 (100.0)	19 (63.3)	7 (23.3)	
Ibuprofen	0 (0.0)	10 (33.3)	20 (66.7)	
Paracetamol	0 (0.0)	1 (3.3)	3 (10.0)	

Notes.

Values are presented as mean ± standard deviation or number (%).

BMI, Body Mass Index.

^bChi-square test.

^aOne-way analysis of variance q value.

False Discovery Rate Correction.

*q < .05.

**q < .01.

In contrast, in the group of patients with nonspecific CLBP who did not seek care, we found no correlation between the main variable of the study and variables of a functional or psychological nature (Table 4).

The regression models for the criteria variables (PPSA and WP) are presented in Table 5. The regression model for the nonspecific CLBP care-seeking group showed that a combination of CRD L (%) and depression were predictors of PPSA (34.6% of variance). The variables of CRD R (%) and days of medication per month were excluded from the analysis. Instead of the combination of CRD L, ROMFE and depression were predictors of WP (48.5% of variance). The variable of CRD R (%) was excluded from the analysis. For the non-care seeking group with nonspecific CLBP, the regression analysis was not performed because no significant correlation was found with the main study variable.

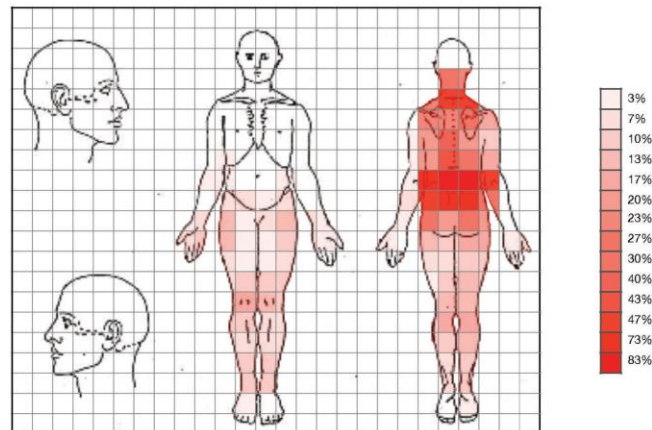


Figure 1 Expansion of pain in patients who sought care.

Full-size [DOI: 10.7717/peerj.8756/fig-1](https://doi.org/10.7717/peerj.8756/fig-1)

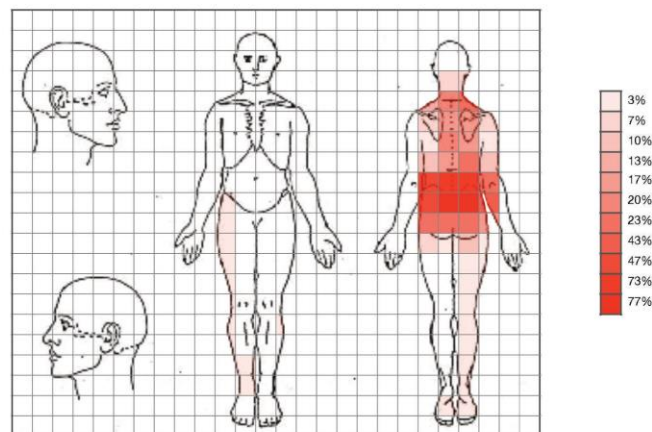


Figure 2 Expansion of pain in patients who did not seek care.

Full-size [DOI: 10.7717/peerj.8756/fig-2](https://doi.org/10.7717/peerj.8756/fig-2)

Table 2 Descriptive and multiple comparisons of somatosensory and motor variables.

Measures	Mean \pm SD			Difference of means (95% CI); Effect size (<i>d</i>)	FDR-Adjusted <i>p</i> -value a.k.a <i>q</i> value
	Asymptomatic (<i>n</i> = 30)	Non care seeker (<i>n</i> = 30)	Care seekers (<i>n</i> = 30)		
Months of pain ^b	–	69.47 \pm 56.33	77.70 \pm 119.30	a) –8.23 (–56.45; 39.98) <i>d</i> = –.08 b) – c) –	.77
Pain intensity (VAS) ^b	–	48.13 \pm 16.55	58.27 \pm 16.81	a) 10.13 ⁺ (–18.75; –1.51) <i>d</i> = –.60 b) – c) –	.03 ⁺
Days of pain /month ^b	–	20.40 \pm 7.06	23.60 \pm 7.49	a) 3.20 (–6.96; .56) <i>d</i> = –.43 b) – c) –	.12
Days of medication /month ^b	–	3.10 \pm 7.63	9.57 \pm 9.74	a) 6.46 ⁺⁺ (–10.99; –1.94) <i>d</i> = –.73 b) – c) –	.003 ⁺⁺
PPSA ^b	–	2.86 \pm 2.72	6.67 \pm 7.88	a) 3.81 ⁺ (–6.86; –.76) <i>d</i> = –.64 b) – c) –	.02 ⁺
WP ^b	–	9.03 \pm 7.33	17.63 \pm 15.28	a) 8.60 ⁺ (–14.79; –2.40) <i>d</i> = –.71 b) – c) –	.02 ⁺
ROMFE ^a	75.05 \pm 11.86	65.44 \pm 9.01	55.81 \pm 9.11	a) 9.63 ⁺⁺ (3.21; 16.05) <i>d</i> = 1.06 b) 9.60 ⁺⁺ (3.18; 16.02) <i>d</i> = .91 c) 19.24 ⁺⁺ (12.87; 25.60) <i>d</i> = –1.81	<.001 ⁺⁺
ROMLF ^a	58.82 \pm 8.25	52.83 \pm 13.85	45.37 \pm 7.80	a) 7.46 ⁺ (.94; 13.98) <i>d</i> = .66 b) 5.98 (–.53; 12.50) <i>d</i> = –.52 c) 13.44 ⁺⁺ (6.92; 19.96) <i>d</i> = –1.67	<.001 ⁺⁺
CRD L (%) ^a	108.12 \pm 8.27	94.53 \pm 13.07	87.18 \pm 13.83	a) 7.34 (–.20; 14.90) <i>d</i> = .54 b) 13.59 ⁺⁺ (–21.15; –6.04) <i>d</i> = –1.24 c) 20.94 ⁺⁺ (–28.49; –13.39) <i>d</i> = –1.83	<.001 ⁺⁺
CRD R (%) ^a	108.24 \pm 8.63	93.85 \pm 13.38	87.46 \pm 13.21	a) 6.38 (–1.14; 13.91) <i>d</i> = .63 b) 14.39 ⁺⁺ (–21.92; –6.86) <i>d</i> = –1.10 c) 20.78 ⁺⁺ (–28.31; –13.24) <i>d</i> = –1.86	<.001 ⁺⁺

Notes.

Values are presented as mean \pm standard deviation.

VAS, Visual Analogue Scale; PPSA, Percentage Pain Surface Area; WP, Widespread Pain; RMDQ, Roland-Morris Disability Questionnaire; TSK-11, Tampa Scale of Kinesiophobia; HAD_D, Depression; HAD_A, Anxiety; HAD_A, Range of movement in Flexoextension; ROMLF, Range of movement in lateral flexion; CRD L (%), Composite Reach Distance Left (%); CRD R (%), Composite Reach Distance Right (%).

^aOne-way analysis of variance.

^bIndependent Student's *t* test.

q value; False Discovery Rate Correction.

⁺*q* < .05.

⁺⁺*q* < .01.

DISCUSSION

Pain expansion and care seeking

The main differences between the patient groups analyzed in this study concerned pain expansion. Individuals who sought care had almost double the number of regions affected by pain than those who did not seek care.

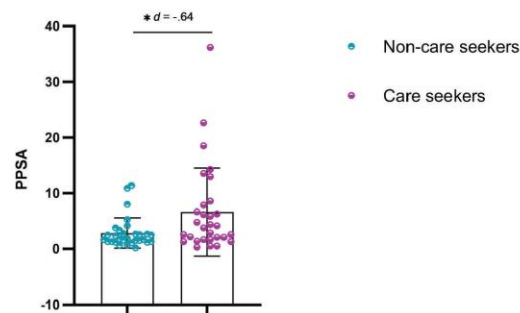


Figure 3 Scatter plot for PPSA. $q < 0.05$.

Full-size [DOI: 10.7717/peerj.8756/fig-3](https://doi.org/10.7717/peerj.8756/fig-3)

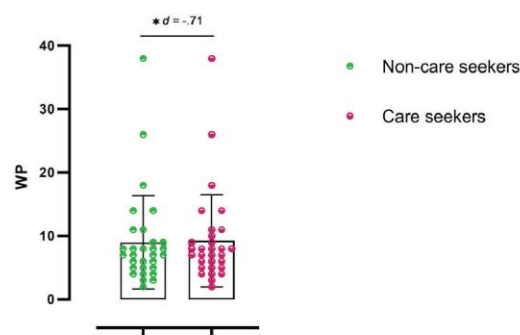


Figure 4 Scatter plot for WP. $q < 0.05$.

Full-size [DOI: 10.7717/peerj.8756/fig-4](https://doi.org/10.7717/peerj.8756/fig-4)

The body pain diagram is a tool that provides relevant information. Its use has also been considered for assessing the psychological state of patients due to the greater the number of pain areas and the greater impact that psychological factors exert on the clinical condition (Haefeli & Elfering, 2006). In our study, individuals with greater pain expansion sought care and presented significantly greater anxiety and depression, with a medium effect size. These data agree with previous studies, in which patients with chronic pain in several body regions at the same time had anxiety levels that were considered pathological compared with patients having more localized pain. Moreover, they had greater depression and feelings of distress (Abbott et al., 2015; Muñoz García et al., 2016). Evidence has shown that CWP not only correlates with psychological variables but also correlates with somatosensory variables, such as the severity of symptoms or mechanical hyperalgesia (Ferrer-Peña et al., 2018). Our results showed that patients with greater pain expansion who were in search of help presented a greater alteration in pain intensity and

Table 3 Descriptive and multiple comparisons of psychological variables.

Measures	Mean \pm SD			Difference of means (95% CI); Effect size (<i>d</i>)	FDR-Adjusted p-value a.k.a q-value
	Asymptomatic (<i>n</i> = 30)	Non care seekers (<i>n</i> = 30)	Care seekers (<i>n</i> = 30)		
RMDQ ^b	–	3.97 \pm 2.32	7.73 \pm 4.44	a) 3.76 ^{**} (–5.60; –1.93) <i>d</i> = –1.06 b) – c) –	.003 ^{**}
HAD_A ^a	5.10 \pm 3.52	5.43 \pm 3.51	8.10 \pm 4.52	a) 2.66 [*] (.22; 5.12) <i>d</i> = .65 b) .33 (–2.12; 2.78) <i>d</i> = .09 c) 3.00 ^{**} (.55; 5.45) <i>d</i> = .74	.02 [*]
HAD_D ^a	1.67 \pm 2.35	2.37 \pm 2.41	4.77 \pm 4.01	a) 2.40 ^{**} (.49; 4.31) <i>d</i> = .72 b) .70 (–1.21; 2.61) <i>d</i> = .29 c) 3.10 ^{**} (1.19; 5.01) <i>d</i> = .94	<.001 ^{**}
TSK-11 ^a	20.33 \pm 6.45	24.27 \pm 5.86	29.33 \pm 5.51	a) 5.06 ^{**} (1.31; 8.82) <i>d</i> = .88 b) 3.93 [*] (.18; 7.69) <i>d</i> = .63 c) 9.00 ^{**} (5.24; 12.76) <i>d</i> = 1.50	<.001 ^{**}

Notes.

Values are presented as mean \pm standard deviation.

RMDQ, Roland-Morris Disability Questionnaire; HAD_A, Anxiety; HAD_D, Depression; TSK-11, Tampa Scale of Kinesiophobia.

^aOne-way analysis of variance.

^bIndependent Student's *t* test.

^cq value; False Discovery Rate Correction.

^{*}*q* < .05.

^{**}*q* < .01.

in medication intake per month. Pain expansion and the presence of generalized allodynia include as an underlying neurophysiological mechanism a possible central sensitization process (Lluch-Girbés et al., 2016). This process might explain why our patients seeking help had greater pain expansion, and thus, greater pain intensity, longer symptom duration and a greater involvement of psychological variables.

Along these lines, our results found that those patients with greater pain expansion who also sought care presented a significantly greater restriction of movement compared with the other groups. Other studies have shown that individuals with LBP had greater restriction of movement and slower speed of execution compared with asymptomatic individuals (Laird et al., 2014; Sadler et al., 2017). This reduction in range of motion and speed of execution are correlated with variables of a psychological nature, such as fear of movement (Thomas et al., 2008). These results are in line with the results obtained by Landmark, which show that the presence of widespread pain implies an alteration in functionality (Landmark et al., 2013).

In terms of dynamic stability, our results demonstrated significant differences between both symptomatic groups with respect to the asymptomatic group. The evidence available thus far shows that dynamic balance is reduced in patients with LBP (Hooper et al., 2016). Moreover, there were no differences based on their search for care. A recent study on patients with chronic hip pain had also shown that the dynamic stability in this population was altered and correlated with cognitive and sensory variables (Ferrer-Peña, Moreno-López & Calvo-Lobo, 2018).

Table 4 Pearson correlation coefficient for all variables in patients group.

	Months of pain	Days of pain /month	Days of medication /month	VAS	PPSA	WP	RMDQ	TSK-11	HAD_D	HAD_A	TPD	ROMFE	ROMLF	CRD R (%)	CRD L (%)	GROUP
PPSA	.091	.298	.274	.142	1	.925 ^b	.092	.268	.428 ^b	.072	.259	-.391 ^a	-.288	-.488 ^b	-.498 ^b	Care seekers
	.161	.222	.176	.137	1	.909 ^b	.028	.012	.262	.157	.037	-.159	-.240	-.001	-.009	Non care seekers
WP	.007	.120	.393 ^b	.112	.925 ^b	1	.104	.163	.436 ^b	.191	.286	-.352	-.280	-.540 ^b	-.564 ^b	Care seekers
	.219	.209	.161	.218	.909 ^b	1	.182	.000	.282	.191	.073	-.081	-.312	-.126	-.110	Non care seekers

Notes.

VAS, Visual Analogue Scale; PPSA, Percentage Pain Surface Area; WP, Widespread Pain; RMDQ, Roland-Morris Disability Questionnaire; TSK-11, Tampa Scale of Kinesiophobia; HAD_D, Depression; HAD_A, Anxiety; HAD_A, Range of movement in Flexoextension; ROMLF, Range of movement in lateral flexion; CRD L (%), Composite Reach Distance Left (%); CRD R (%), Composite Reach Distance Right (%).

^a $p < .05$.

^b $p < .01$.

Table 5 Regression model for PPSA and WP in care seekers group with non-specific CLBP.

Care seekers	Overall model				
PPSA	$R^2 = .391$, adjusted $R^2 = .346$, $F = 8.67$				
	Predictor variables	Regression coefficient (B)	Standardized coefficient (β)	P-value	VIF
	CRD L (%)	-.261	-.458	.005 ^b	1.01
	HAD_D	.747	.297	.018 ^a	1.01
	Excluded variables				
	CRD R (%)		.011	.980	7.69
	Days of medication /month		.230	.133	1.02
WP	$R^2 = .502$, adjusted $R^2 = .485$, $F = 28.60$				
	CRD L (%)	-.325	-.394	<.001 ^b	1.51
	ROM FE	-.187	-.197	.037 ^a	1.47
	HAD_D	1.27	.347	<.001 ^b	1.08
	Excluded variables				
	CRD R (%)		-.047	.885	17.92

Notes.

CLBP, Chronic Low Back Pain; VIF, Variance Inflation Factor; PPSA, Percentage Pain Surface Area; WP, Widespread Pain; HAD_D, Depression; ROM FE, Range of movement in Flexoextension; CRD L (%), Composite Reach Distance Left (%); CRD R (%), Composite Reach Distance Right (%).

^a $p < .05$.

^b $p < .01$.

Characteristics of patients seeking care

It is important to define, taking into account the results obtained, which factors can influence the search for care in patients with CLBP. Numerous studies have determined that the rate of transition from non-CWP to CWP varies from 9% to 25% (Jones et al., 2011; Larsson et al., 2012; McBeth, Lacey & Wilkie, 2014; Viniol et al., 2015). A recent study published in 2019 had determined that the rate of CWP development in a period of 1 year in the general population is 5% and that the factors that most contribute to this development are chronicity, severity of symptoms and the involvement of at least 2 of 5 total body regions in which the interpretation of the body chart is divided (Landmark et al., 2019). Thus, given our results indicate that there are statistically significant differences in pain expansion between seekers and nonseekers of care in terms of age, pain intensity and disability, we find these patient characteristics relevant.

The most recent systematic review determined that due to the current methodological heterogeneity, it is difficult to clearly determine which social factors might lead to the search for health care. Even so, it is estimated that the prevalence rate of health system use by LBP in Europe is lower than in other countries such as the United States (Beyera, Brien & Campbell, 2019). In relation to the age differences, it is estimated that the prevalence of CLBP increases gradually from the age of 30, which could contribute to a greater demand for health care at a later age (Hoy et al., 2010). Research studies have found a positive association between age and medical service use, which could justify the significant difference between groups that we started with in this study (Jacob, Zeev & Epstein, 2003a; Ono et al., 2015; Szpalski et al., 1995). In contrast, other sociodemographic characteristics, such as marital status, have not shown any significant association with the use of the health system (Ono et al., 2015).

On the other hand, certain characteristics of the pain experience, such as pain intensity, are factors related to the search for health care (*Beyera, Brien & Campbell, 2019*). Given this agrees with the results observed in this study, a number of sociodemographic and pain-related factors could contribute to the search for health care.

Similarly, one study on patients with CLBP determined that impaired functionality and disability are factors positively associated with care seeking (*Ferreira et al., 2010*). Therefore, taking into account the studies on patients with temporomandibular dysfunction, care seeking could imply the presence of passive coping strategies. These strategies have shown a correlation with greater pain intensity, less functionality and higher rates of disability (*Alhowimel et al., 2018; Du et al., 2017; Jackson et al., 2014; Knittle et al., 2011*).

Psychological factors also have a great influence on patients with chronic pain; the most influential are fear of movement, anxiety and depression. The results of this study showed significant differences between all study groups; fear of movement was the most notable difference between individuals with CLBP seeking help and asymptomatic individuals, with a large effect size. In relation to our results, one study had shown that in patients with temporomandibular dysfunction, the decision to seek care was correlated with higher pain intensity and greater fear of movement (*Rollman et al., 2012*). This outcome is in line with our results, given the patients with nonspecific CLBP who sought health care had higher fear of movement rates than those who did not seek help, with a large effect size.

These results could also be due to a statistically significant difference in the level of physical activity (PA) between groups, which can contribute to an alteration of the pain inhibitory system; however, it has also been observed that patients with chronic pain who perform PA can improve their symptomatology and physical function (*Geneen et al., 2017*). Even so, some studies have shown no direct relationship between PA levels and pain intensity; instead, the level of PA could be correlated with functionality (*Griffin, Harmon & Kennedy, 2012; Hendrick & Hale, 2011*). Along these lines, a recent study in patients with nonspecific CLBP who performed PA despite their pain found that, despite their pain, they showed no differences in range of motion and dynamic stability compared with asymptomatic individuals. Therefore, this could be a reason why those who seek help who also have a lower level of PA have statistically significant differences, with greater effect size, compared with asymptomatic individuals in those functional variables (*Nieto-Garcia et al., 2019*).

Predictive factors for pain expansion

In contrast, the combination of psychological variables such as fear of movement and disability as well as pain intensity, predicted dynamic stability in 43.8% of the individuals with chronic hip pain (*Ferrer-Peña et al., 2018*). These data are important, given the relationship between CLBP and hip pain, especially considering that in our study, dynamic stability together with depression and/or ROMFE were variables predictive of pain expansion).

Finally, taking into account the prognostic factors in CLBP, the presence of depression and anxiety influence the maintenance and recurrence of symptoms (*Castro et al., 2011; Croft, Dunn & Raspe, 2006*). A study by Hung et al. had found that depression was the most

powerful psychological factor related to disability (*Hung, Liu & Fu, 2015*). On the other hand, there is little evidence on possible predictors of pain expansion. Our study shows that variables such as dynamic stability, in combination with depression and/or ROMFE, can predict pain expansion in 34.6% and 48.5% (PPSA and WP, respectively) of those who sought care. It is important to note that pain expansion is a powerful predictor of an alteration in the modulation of pain, in addition to the influence of variables such as anxiety, low expectation of recovery and hypersensitivity in various musculoskeletal pain conditions (*Clark et al., 2017; Smart et al., 2010*). On the other hand, among the predictors of pain expansion in patients with CLBP are the presence of psychosomatic symptoms, the female sex and a long duration of symptoms (*Viniol et al., 2015*).

Study limitations

This study has several limitations. First, the patients seeking help in this study presented a lower level of PA compared with asymptomatic individuals and with patients with nonspecific CLBP who did not seek help. A systematic review had determined that the evidence is limited in terms of improvement in pain severity as a result of exercise, instead determining that there is an improvement in physical and psychological variables through this intervention (*Geneen et al., 2017*). Another important limitation is age, given there were significant differences between groups. However, research studies have shown that there is a positive correlation between age and the search for health care (*Jacob, Zeev & Epstein, 2003b; Ono et al., 2015; Szpalski et al., 1995*). Although previous research on pain expansion had also found statistically significant differences in terms of the age variable, the difference was not considered clinically relevant (*Muñoz García et al., 2016*).

We recommend a more exhaustive evaluation based on somatosensory variables (pressure pain thresholds, thermal thresholds and temporal summation) in the future to determine the presence of a central sensitization process.

Another limitation is the selection of patients. Individuals with a medical diagnosis of fibromyalgia were excluded. It is possible that there were some cases with similar characteristics to this pathology, which should be taken into account. Schaefer et al. had concluded that future studies are necessary, to determine the presence of fibromyalgia or CWP, given errors can be made in sample selection due to the fact that these are different clinical conditions according to the International Classification of Functioning, Disability and Health (*Schaefer et al., 2016*).

One of the main limitations of this study is the possibility of a type I error, which has been solved by adjusting the *p*-values using the Benjamini–Hochberg method (false discovery rate).

Finally, the results of the present study should be interpreted with caution, given it is a cross-sectional study; thus, causal relationships cannot be established.

CONCLUSIONS

The results of this study show that patients who sought care presented greater WP than patients who did not seek care. In addition, psychological and disability factors have a greater influence on the experience of pain in patients with nonspecific CLBP who seek

care, as well as their having a reduced range of motion and less ability to discriminate two points. The CRD L, depression and days of medication per month were covariates of PPSA (34.6% of variance), and the composite reach distance percentage of the left leg, depression and ROMFE were covariates of WP (48.5% of variance) for patients with nonspecific CLBP who sought care.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the Miraflores Health Center (Alcobendas, Madrid, Spain) for their assistance in collecting patients for the study.

ADDITIONAL INFORMATION AND DECLARATIONS

Funding

The authors received no funding for this work.

Competing Interests

The authors declare there are no competing interests.

Author Contributions

- Mónica Grande-Alonso conceived and designed the experiments, performed the experiments, analyzed the data, prepared figures and/or tables, authored or reviewed drafts of the paper, and approved the final draft.
- Daniel Muñoz-García analyzed the data, prepared figures and/or tables, authored or reviewed drafts of the paper, and approved the final draft.
- Ferran Cuenca-Martínez and Alfonso Gil-Martínez analyzed the data, authored or reviewed drafts of the paper, and approved the final draft.
- Laura Delgado-Sanz performed the experiments, prepared figures and/or tables, authored or reviewed drafts of the paper, and approved the final draft.
- María Prieto-Aldana performed the experiments, authored or reviewed drafts of the paper, and approved the final draft.
- Roy La Touche conceived and designed the experiments, analyzed the data, authored or reviewed drafts of the paper, and approved the final draft.

Human Ethics

The following information was supplied relating to ethical approvals (i.e., approving body and any reference numbers):

The Ethics Committee of La Paz University Hospital (PI-2567).

Data Availability

The following information was supplied regarding data availability:

The raw measurements are available in the [Supplemental File](#).

Supplemental Information

Supplemental information for this article can be found online at <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.8756#supplemental-information>.

REFERENCES

- Abbott JH, Foster M, Hamilton L, Ravenwood M, Tan N. 2015. Validity of pain drawings for predicting psychological status outcome in patients with recurrent or chronic low back pain. *Journal of Manual & Manipulative Therapy* 23(1):12–19 DOI 10.1179/2042618613Y.0000000046.
- Alhowimel A, Alotaibi M, Radford K, Coulson N. 2018. Psychosocial factors associated with change in pain and disability outcomes in chronic low back pain patients treated by physiotherapist: A systematic review. *SAGE Open Medicine* 6:1–8 DOI 10.1177/2050312118757387.
- Bedekar N, Suryawanshi M, Rairikar S, Sancheti P, Shyam A. 2014. Inter and intra-rater reliability of mobile device goniometer in measuring lumbar flexion range of motion. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 27(2):161–166 DOI 10.3233/BMR-130431.
- Benjamini Y, Hochberg Y. 1995. Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B* 57(1):289–300.
- Beyera GK, Brien JO, Campbell S. 2019. Health-care utilisation for low back pain: a systematic review and meta-analysis of population-based observational studies. *Rheumatology International* 39(10):1663–1679 DOI 10.1007/s00296-019-04430-5.
- Bijur PE, Silver W, Gallagher EJ. 2001. Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Academic Emergency Medicine* 8(12):1153–1157 DOI 10.1111/j.1553-2712.2001.tb01132.x.
- Buchan HA, Duggan A, Hargreaves J, Scott IA, Slawomirski L. 2016. Health care variation : time to act. *Medical Journal of Australia* 205(10):30–33 DOI 10.5694/mja15.01360.
- Carmona L, Ballina J, Gabriel R, Laffon A. 2001. The burden of musculoskeletal diseases in the general population of Spain: results from a national survey. *Annals of the Rheumatic Diseases* 60(11):1040–1045 DOI 10.1136/ard.60.11.1040.
- Castro MMC, Quarantini LC, Daltro C, Pires-Caldas M, Koenen KC, Kraychete DC, De Oliveira IR. 2011. Comorbid depression and anxiety symptoms in chronic pain patients and their impact on health-related quality of life. *Archives of Clinical Psychiatry* 38(4):126–129 DOI 10.1590/S0101-60832011000400002.
- Cimmino MA, Ferrone C, Cutolo M. 2011. Epidemiology of chronic musculoskeletal pain. *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology* 25(2):173–183 DOI 10.1016/j.berh.2010.01.012.
- Clark J, Yeowell G, Nijs J, Goodwin P. 2017. What are the predictive factors for central sensitisation in chronic musculoskeletal pain populations ? A systematic review. *Pain Physician* 20(6):487–500.
- Cohen J. 1973. Eta-squared and partial eta-squared in fixed factor anova designs. *Educational and Psychological Measurement* 33(1):107–112 DOI 10.1177/001316447303300111.

- Cohen J. 1988.** *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates Inc. Ed.
- Craig CL, Marshall A, Sjöström M, Bauman A, Booth ML, Ainsworth BE, Pratt M, Ekelund U, Yngve A, Sallis JF, Oja P. 2003.** International Physical Activity Questionnaire: 12-Country Reliability and Validity. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 35(8):1381–1395 DOI 10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB.
- Croft PR, Dunn KM, Raspe H. 2006.** Course and prognosis of back pain in primary care: the epidemiological perspective. *Pain* 122(1–2):1–3 DOI 10.1016/j.pain.2006.01.023.
- De Las Cuevas-Castresana C, García-Estrada Pérez A, González de Rivera J. 1995.** Hospital anxiety and depression scale y psicopatología afectiva. *An Psiquiatr* 11(4):126–130.
- Dos Reis FJ, De Barros E Silva V, de Lucena RN, Mendes Cardoso BA, Nogueira LC. 2016.** Measuring the pain area: an intra- and inter-rater reliability study using image analysis software. *Pain Practice* 16(1):24–30 DOI 10.1111/papr.12262.
- Dragioti E, Larsson B, Bernfort L, Levin LÅ, Gerdle B. 2017.** A cross-sectional study of factors associated with the number of anatomical pain sites in an actual elderly general population: results from the pains65+ cohort. *Journal of Pain Research* 10(23):2009–2019 DOI 10.2147/JPR.S143060.
- Du S, Hu L, Bai Y, Dong J, Jin S, Zhang H, Zhu Y. 2017.** The influence of self-efficacy, fear-avoidance belief, and coping styles on quality of life for Chinese patients with chronic non-specific low back pain: A multi-site cross-sectional study. *Pain Practice* 23(11):1–12 DOI 10.1111/papr.12660.
- Faul F, Erdfelder E, Lang A-G, Buchner A. 2007.** G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods* 39(2):175–191 DOI 10.3758/BF03193146.
- Ferreira ML, Machado G, Latimer J, Maher C, Ferreira PH, Smeets RJ. 2010.** Factors defining care-seeking in low back pain - a meta-analysis of population based surveys. *European Journal of Pain* 14(7):747. e1-e7 DOI 10.1016/j.ejpain.2009.11.005.
- Ferrer-Peña R, Muñoz García D, Calvo-Lobo C, Fernández-Carnero J. 2018.** Pain expansion and severity reflect central sensitization in primary care patients with greater trochanteric pain syndrome. *Pain Medicine* 0(0):1–10 DOI 10.1093/pm/pny199.
- Ferrer-Peña R, Moreno-López M, Calvo-Lobo C. 2018.** Relationship of dynamic balance impairment with pain-related and psychosocial measures in primary care patients with chronic greater trochanteric pain syndrome. *Pain Medicine* 22(8):1–8 DOI 10.1093/pm/pny160.
- Muñoz García D, Lopez-Urde-Villanueva I, Beltrán-Alacreu H, La Touche R, Fernández-Carnero J. 2016.** Patients with concomitant chronic neck pain and myofascial pain in masticatory muscles have more widespread pain and distal hyperalgesia than patients with only chronic neck pain. *Pain Medicine* 18(3):526–537 DOI 10.1093/pm/pnw274.
- Geneen LJ, More RA, Clarke C, Martin D, Colvin LA, Smith BH. 2017.** Physical activity and exercise for chronic pain in adults: an overview of Cochrane Reviews (Review).

- Journal of Sociology* 4:135–139
DOI 10.1002/14651858.CD011279.pub3.www.cochranelibrary.com.
- Gómez-Pérez L, López-Martínez AE, Ruiz-Párraga GT. 2011. Psychometric properties of the spanish version of the tampa scale for kinesiophobia (TSK). *The Journal of Pain* 12(4):425–435 DOI 10.1016/j.jpain.2010.08.004.
- Goubert D, Danneels L, Graven-nielsen T. 2017. Differences in pain processing between patients with chronic low back pain, recurrent low back pain, and fibromyalgia. *Pain Physician* 20(4):307–318.
- Grande-Alonso M, Suso-Martí L, Cuenca-Martínez F, Pardo-Montero J, Gil-Martínez A, La Touche R. 2019. Physiotherapy based on a biobehavioral approach with or without orthopedic manual physical therapy in the treatment of nonspecific chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Pain Medicine* 0(0):1–17 DOI 10.1093/pm/pnz093.
- Griffin DW, Harmon DC, Kennedy NM. 2012. Do patients with chronic low back pain have an altered level and / or pattern of physical activity compared to healthy individuals? A systematic review of the literature. *Physiotherapy* 98(1):13–23 DOI 10.1016/j.physio.2011.04.350.
- Haefeli M, Elfering A. 2006. Pain assessment. *European Spine Journal* 15 Suppl 1:S17–S24 DOI 10.1007/s00586-005-1044-x.
- Hagen K, Linde M, Heuch I, Stovner LJ, Zwart J-A. 2011. Increasing prevalence of chronic musculoskeletal complaints. a large 11-year follow-up in the general population (HUNT 2 and 3). *Pain Medicine* 12(11):1657–1666 DOI 10.1111/j.1526-4637.2011.01240.x.
- Hägg O, Fritzell P, Hedlund R, Möller H, Ekselius L, Nordwall A. 2003. Pain-drawing does not predict the outcome of fusion surgery for chronic low-back pain: a report from the Swedish Lumbar Spine Study. *European Spine Journal* 12:2–11 DOI 10.1007/s00586-002-0427-5.
- Hashmi JA, Baliki MN, Huang L, Baria AT, Torbey S, Hermann KM, Schnitzer TJ, Apkarian AV. 2013. Shape shifting pain: chronification of back pain shifts brain representation from nociceptive to emotional circuits. *Brain* 136(9):2751–2768 DOI 10.1093/brain/awt211.
- Hendrick P, Hale SML. 2011. The relationship between physical activity and low back pain outcomes : a systematic review of observational studies. *European Spine Journal* 20:464–474 DOI 10.1007/s00586-010-1616-2.
- Herrmann C. 1997. International experiences with the hospital anxiety and depression scale—a review of validation data and clinical results. *Journal of Psychosomatic Research* 42(1):17–41 DOI 10.1016/S0022-3999(96)00216-4.
- Hinkle DE, Wiersma W, Jurs SG. 1990. Applied statistics for the behavioral sciences. Source: *Journal of Educational Statistics* 15(1):84–87.
- Hooper TL, James CR, Brismée JM, Rogers TJ, Gilbert KK, Browne KL, Sizer PS. 2016. Dynamic balance as measured by the Y-Balance Test is reduced in individuals with low back pain: a cross-sectional comparative study. *Physical Therapy in Sport* 22:29–34 DOI 10.1016/j.ptsp.2016.04.006.

- Hoy D, Bain C, Williams G, March L, Brooks P, Blyth F, Woolf A, Vos T, Buchbinder R. 2012. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis and Rheumatism* 64(6):2028–2037 DOI 10.1002/art.34347.
- Hoy D, Brooks P, Blyth F, Buchbinder R. 2010. The Epidemiology of low back pain. *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology* 24(6):769–781 DOI 10.1016/j.berh.2010.10.002.
- Hung C-I, Liu C-Y, Fu T-S. 2015. Depression: an important factor associated with disability among patients with chronic low back pain. *The International Journal of Psychiatry in Medicine* 49(3):187–198 DOI 10.1177/0091217415573937.
- IASP. 2017. International association for the study of pain (IASP). Available at <https://www.iasp-pain.org/Education/Content.aspx?ItemNumber=1698#Nociplasticpain> Available at <https://www.iasp-pain.org/Education/Content.aspx?ItemNumber=1698#Nociplasticpain>.
- IJzelenberg W, Burdorf A. 2004. Impact of musculoskeletal co-morbidity of neck and upper extremities on healthcare utilisation and sickness absence for low back pain. *OCCU* 61(10):806–810 DOI 10.1136/oem.2003.011635.
- Jackson T, Wang Y, Wang Y, Fan H. 2014. Self-efficacy and chronic pain outcomes: a meta-analytic review. *Journal of Pain* 15(8):800–814 DOI 10.1016/j.jpain.2014.05.002.
- Jacob T, Zeev A, Epstein L. 2003a. Low back pain- a community based study of care-seeking and therapeutic effectiveness. *Disability and Rehabilitation* 25(2):67–76 DOI 10.1080/0963828021000007905.
- Jacob T, Zeev A, Epstein L. 2003b. Low back pain—a communitybased study of care-seeking and therapeutic effectiveness. *Disability and Rehabilitation* 25(2):67–76 DOI 10.1080/0963828021000007905.
- Jones GT, Nicholl BI, McBeth J, Davies KA, Morriss RK, Dickens C, MacFarlane GJ. 2011. Role of road traffic accidents and other traumatic events in the onset of chronic widespread pain: results from a population-based prospective study. *Arthritis Care and Research* 63(5):696–701 DOI 10.1002/acr.20417.
- Knittle KP, De Gucht V, Hurkmans EJ, Vlieland TP, Peeters AJ, Runday HK, Maes S. 2011. Effect of self-efficacy and physical activity goal achievement on arthritis pain and quality of life in patients with rheumatoid arthritis. *Arthritis Care & Research* 63(11):1613–1619 DOI 10.1002/acr.20587.
- Kolber MJ, Mdt C, Pizzini M, Robinson A, Yanez D, Hanney WJ. 2013. Original research the reliability and concurrent validity of measurements used to quantify lumbar spine mobility: an analysis of an iphone application. *The International Journal of Sports Physical Therapy* 8(2):129–137.
- Kovacs FM, Llobera J, Gil Del Real MT, Abraira V, Gestoso M, Fernández C, Pri-maria Group K-A. 2002. Validation of the spanish version of the Roland-Morris questionnaire. *Spine* 27(5):538–542 DOI 10.1097/00007632-200203010-00016.
- Kwak SG, Kim JH. 2017. Central limit theorem: the cornerstone of modern statistics. *Korean Journal of Anesthesiology* 70(2):144–156 DOI 10.4097/kjae.2017.70.2.144.

- Laird RA, Gilbert J, Kent P, Keating JL. 2014. Comparing lumbo-pelvic kinematics in people with and without back pain : a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders* 10(15):1–13 DOI 10.1186/1471-2474-15-229.
- Landmark T, Romundstad P, Butler S, Kaasa S, Borchgrevink P. 2019. Development and course of chronic widespread pain. *Pain* 160(9):1976–1981 DOI 10.1097/j.pain.0000000000001585.
- Landmark T, Romundstad P, Dale O, Borchgrevink PC, Vatten L, Kaasa S. 2013. Chronic pain: one year prevalence and associated characteristics (the HUNT pain study). *Scandinavian Journal of Pain* 4(4):182–187 DOI 10.1016/j.sjpain.2013.07.022.
- Larsson B, Björk J, Börsbo B, Gerdle B. 2012. A systematic review of risk factors associated with transitioning from regional musculoskeletal pain to chronic widespread pain. *European Journal of Pain* 16(8):1084–1093 DOI 10.1002/j.1532-2149.2012.00117.x.
- Lluch-Girbés E, Dueñas L, Barbero M, Falla D, Baert IAC, Meeus M, Sánchez-Frutos J, Aguilera L, Nijs J. 2016. Expanded distribution of pain as a sign of central sensitization in individuals with symptomatic knee osteoarthritis. *Physical Therapy* 96(8):1196–1207 DOI 10.2522/ptj.20150492.
- Macfarlane TV, Blinkhorn AS, Davies RM, Kinney J, Worthington H. 2003. Factors associated with health care seeking behaviour for orofacial pain in the general population. *Community Dental Health* 20(1):20–26.
- Mannion AR, Wieser S, Elfering A. 2013. Association between beliefs and care-seeking behavior for low back pain. *Spine* 38(12):1016–1025 DOI 10.1097/BRS.0b013e31828473b5.
- McBeth J, Lacey RJ, Wilkie R. 2014. Predictors of new-onset widespread pain in older adults. *Arthritis and Rheumatology* 66(3):757–767 DOI 10.1002/art.38284.
- Merskey H, Bogduk N. 1994. *Classification of chronic pain: descriptions of chronic pain syndromes and definitions of pain terms*. Seattle: IASP Press.
- Mouri H. 2013. Log-normal distribution from a process that is not multiplicative but is additive. *Physical Review E* 88:042124. 1–7 DOI 10.1103/PhysRevE.88.042124.
- Nieto-Garcia J, Suso-Martí L, La Touche R, Grande-Alonso M. 2019. Somatosensory and motor differences between physically active patients with chronic low back pain and asymptomatic individuals. *Medicina* 55(9):1–13.
- Nixon RM, Wonderling D, Grieve RD. 2010. Non-parametric methods for cost-effectiveness analysis: the central limit theorem and the bootstrap compared. *Health Economics* 19(3):316–333 DOI 10.1002/hec.1477.
- Ono R, Yamazaki S, Takegami M, Suzukamo Y, Konno S, Kikuchi S, Fukuhara S. 2015. Patient-reported disability in the general Japanese population was associated with medical care visits for low back pain, regardless of pain intensity. *Journal of Orthopaedic Science* 20(4):742–749 DOI 10.1007/s00776-015-0719-3.
- Papageorgiou AC, Silman AJ, Macfarlane GJ. 2002. Chronic widespread pain in the population: a seven year follow up study. *Annals of the Rheumatic Diseases* 61(12):1071–1074 DOI 10.1136/ard.61.12.1071.

- Persson AL, Garametsos S, Pedersen J. 2011. Computer-aided surface estimation of pain drawings - intra- and inter-rater reliability. *Journal of Pain Research* 4:135–141 DOI 10.2147/JPR.S18637.
- Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B. 2009. The reliability of an instrumented device for measuring components of the Star Excursion Balance Test. *North American Journal of Sports Physical Therapy* 4(2009):92 DOI 10.2519/jospt.2006.2244.
- Reis F, Guimarães F, Nogueira LC, Meziat-Filho N, Sanchez TA, Wideman T. 2018. Association between pain drawing and psychological factors in musculoskeletal chronic pain: a systematic review. *Physiotherapy Theory and Practice* 00(00):1–10 DOI 10.1080/09593985.2018.1455122.
- Ris I, Barbero M, Falla D, Larsen M, Nielsen M, Søgaard K, Juul-kristensen B. 2019. Pain extent is more strongly associated with disability, psychological factors, and neck muscle function in people with non-traumatic versus traumatic chronic neck pain: a cross sectional study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* 55(1):71–78 DOI 10.23736/S1973-9087.18.04977-8.
- Roland M, Fairbank J. 2000. The Roland-Morris disability questionnaire and the Oswestry disability questionnaire. *Spine* 25(24):3115–3124 DOI 10.1097/00007632-200012150-00006.
- Rollman A, Gorter RC, Visscher CM, Naeije MM. 2013. Why seek treatment for temporomandibular disorder pain complaints? A study based on semi-structured interviews. *Journal of Orofacial Pain* 27(3):227–234 DOI 10.11607/jop.1081.
- Rollman A, Visscher CM, Gorter RC, Naeije M. 2012. Care seeking for orofacial pain. *Journal of Orofacial Pain* 26(3):206–214.
- Sadler SG, Spink MJ, Ho A, De Jonge XJ, Chuter VH. 2017. Restriction in lateral bending range of motion, lumbar lordosis, and hamstring flexibility predicts the development of low back pain: a systematic review of prospective cohort studies. *BMC Musculoskeletal Disorders* 18(1):1–15 DOI 10.1186/s12891-017-1534-0.
- Savigny P, Watson P, Underwood M. 2009. Early management of persistent non-specific low back pain: summary of NICE guidance. *BMJ (Clinical Research Ed.)* 338(June):1441–1445 DOI 10.1136/bmj.b1805.
- Schaefer C, Mann R, Masters ET, Cappelleri JC, Daniel SR, Zlateva G, McElroy HJ, Chandran AB, Adams EH, Assaf AR, McNett M, Mease P, Silverman S, Staud R. 2016. The comparative burden of chronic widespread pain and fibromyalgia in the United States. *Pain Practice* 16(5):565–579 DOI 10.1111/papr.12302.
- Shaffer SW, Teyhen DS, Lorenson CL, Warren RL, Koreerat CM, Straseske CA, Childs JD. 2013. Y-Balance test: a reliability study involving multiple raters. *Military Medicine* 178(11):1264–1270 DOI 10.7205/MILMED-D-13-00222.
- Smart KM, Blake C, Staines A, Doody C. 2010. Clinical indicators of nociceptive, peripheral neuropathic and central mechanisms of musculoskeletal pain. A Delphi survey of expert clinicians. *Manual Therapy* 15(1):80–87 DOI 10.1016/j.math.2009.07.005.

- Szpalski M, Nordin M, Skovron M, Melot C, Cukier D. 1995. Health care utilization for low back pain in Belgium. Influence of sociocultural factors and health beliefs. *Spine* 20(4):431–442 DOI 10.1097/00007632-199502001-00005.
- Teyhen DS, Shaffer SW, Lorensen CL, Greenberg MD, Rogers SM, Koreerat CM, Villena SL, Zosel KL, Walker MJ, Childs JC. 2014. Clinical measures associated with dynamic balance and functional movement. *Journal of Strength and Conditioning Research* 28(5):1272–1283 DOI 10.1519/JSC.0000000000000272.
- Thomas JS, France CR, Lavender SA, Johnson MR. 2008. Effects of fear of movement on spine velocity and acceleration after recovery from low back pain. *Spine* 33(5):564–570 DOI 10.1097/BRS.0b013e3181657f1a.
- Tong MH, Mousavi SJ, Kiers H, Ferreira P, Refshauge K, Van Dieën J. 2017. Is there a relationship between lumbar proprioception and low back pain? a systematic review with meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 98(1):120–136 DOI 10.1016/j.apmr.2016.05.016.
- Traeger AC, Buchbinder R, Elshaug AG, Croft R, Maher CG. 2019. Care for low back pain : can health systems deliver? *Bulletin of the World Health Organization* 30(April):423–433.
- Viniol A, Jegan N, Brugger M, Leonhardt C, Barth J, Baum E, Becker A, Strauch K. 2015. Even worse - risk factors and protective factors for transition from chronic localized low back pain to chronic widespread pain in general practice. *Spine* 40(15):E890–E899 DOI 10.1097/BRS.0000000000000980.
- Visser EJ, Ramachenderan J, Davies SJ, Parsons R. 2014. Chronic widespread pain drawn on a body diagram is a screening tool for increased pain sensitization, psychosocial load, and utilization of pain management strategies. *Pain Practice* 16(1):31–37 DOI 10.1111/papr.12263.
- Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP, STROBE Initiative 1. 2008. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Journal of Clinical Epidemiology* 61(4):344–349 DOI 10.1016/j.jclinepi.2007.11.008.
- Walsh NE, Brooks P, Hazes JM, Walsh RM, Dreinhöfer K, Woolf AD, Akesson K, Lidgren L, Bone and Joint Decade Task Force for Standards of Care for Acute and Chronic Musculoskeletal Pain. 2008. Standards of care for acute and chronic musculoskeletal pain: the bone and joint decade (2000–2010). *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 89(9):1830–1845 DOI 10.1016/j.apmr.2008.04.009.
- Wolfe F, Smythe HA, Yunus MB, Bennett RM, Bombardier C, Goldenberg DL, Tugwell P, Campbell SM, Abeles M, Clark P, Fam AG, Farber SJ, Fiechtner JJ, Franklin CM, Gatter RA, Hamaty D, Lessard J, Lichtbroun AS, Masi AT, McCain GA, Reynolds WJ, Romano TJ, Russell IJ, Sheon RP. 1990. The American college of rheumatology 1990 criteria for the classification of fibromyalgia. Report of the Multicenter Criteria Committee. *Arthritis and Rheumatism* 33(2):160–172 DOI 10.1002/art.1780330203.

6.2 Estudio II

La Touche, R., Grande-Alonso, M., Cuenca-Martínez, F., González-Ferrero, L., Suso-Martí, L. & Paris-Alemany, A. (2019). Diminished Kinesthetic and Visual Motor Imagery Ability in Adults with Chronic Low Back Pain. *PM&R*, 11 (3), 227-235.

Objetivo principal del estudio:

El principal objetivo de este estudio fue comparar la capacidad de generar imágenes motoras cinestésicas y visuales, así como para evaluar el tiempo empleado en esta tarea mental entre pacientes con DLCI y sujetos asintomáticos.

Objetivo secundario del estudio:

El objetivo secundario era analizar si había relaciones entre la capacidad de generar imágenes motoras cinestésicas y visuales, el tiempo empleado, y las variables psicológicas y de discapacidad.

Resultados

Nuestros resultados indicaron que los pacientes con DLCI tenían dificultad para generar imágenes motoras cinestésicas y visuales, además de un mayor tiempo para la realización de la tarea mental. Las correlaciones más fuertes fueron; una correlación negativa entre la capacidad de generar imágenes motoras visuales y cinestésicas y el miedo al movimiento. Se encontró una correlación moderada positiva entre la subescala de autoeficacia de manejo del dolor y la capacidad de generar imágenes motoras cinestésicas y visuales, por último, una correlación moderadamente negativa entre la capacidad de generar motoras visuales y cinestésicas y el nivel de discapacidad.

Conclusión

Los pacientes con DLCI tienen mayor dificultad para generar imágenes motoras cinestésicas y visuales comparado con sujetos asintomáticos, además de un mayor tiempo para ejecutar la tarea mental. El miedo al movimiento y un mayor grado de discapacidad

se correlacionan con una menor capacidad de crear imágenes motoras cinestésicas. Se ha observado que esta capacidad es mayor en los pacientes con mayores niveles de autoeficacia.



PM R xx (2019) 1-9



www.pmrjournal.org

Original Research

Diminished Kinesthetic and Visual Motor Imagery Ability in Adults With Chronic Low Back Pain

Roy La Touche, PhD, Mónica Grande-Alonso, MSc, Ferran Cuenca-Martínez, MSc, Luis González-Ferrero, MSc, Luis Suso-Martí, MSc, Alba Paris-Aleman, MD

Abstract

Background: Low back pain (LBP) is the most prevalent musculoskeletal problem among adults. It has been observed that patients with chronic pain have maladaptive neuroplastic changes and difficulty in imagination processes.

Objective: To assess the ability of patients with chronic LBP (CLBP) to generate kinesthetic and visual motor images and the time they spent on this mental task compared with asymptomatic participants.

Design: A prospective, cross-sectional study.

Setting: Primary health care center in Madrid, Spain.

Participants: A total of 200 participants were classified into 2 groups: asymptomatic participants (n = 100) and patients with CLBP (n = 100).

Methods: After consenting to participate, all recruited participants received a sociodemographic questionnaire, a set of self-report measures and completed the Revised Movement Imagery Questionnaire.

Main Outcomes Measurements: Visual and Kinesthetic Motor Imagery Ability using the Revised Movement Imagery Questionnaire. A mental chronometry using a stopwatch and psychosocial variables using self-reported questionnaires.

Results: Our results indicated that patients with CLBP had difficulty generating kinesthetic and visual motor images and also took a longer time to imagine them. A regression analysis indicated that in the CLBP group, the predictor variable for fear of activity and coping symptom self-efficacy was visual motor imagery (explaining 16.2% of the variance); however, the predictor variable for LBP disability and pain management self-efficacy was kinesthetic motor imagery (explaining 17.8% of the variance).

Conclusions: It appears that patients with CLBP have greater difficulty generating visual and kinesthetic motor images compared with asymptomatic participants, and they also need more time to perform these mental tasks.

Level of Evidence: II

Introduction

Low back pain (LBP) is the most prevalent musculoskeletal problem among adults. Several studies show that the prevalence rate can vary from 18.6% to 57.4%. LBP is the main cause of disability in our society, with a high rate of chronicity and work absenteeism [1,2].

Some studies show that the process of chronicity in patients with LBP is determined by psychological factors, which when associated with the exacerbation of pain, generate maladaptive neuroplastic changes at medullary and supramedullary levels. These changes could explain

why current research shows that patients with LBP have a disorder in processes of imagination [3].

Motor imagery (MI) is defined as the cognitive ability to generate movements mentally without performing them and involves the participation of brain areas related to the planning and execution of the movement [4-6]. In terms of the cortical regions involved in the MI process, several studies related to cognition differ in their conclusions regarding the role of the primary motor cortex. It is suggested that the posterior cerebellum participates in MI, implementing the inhibition of the execution of real movement [7]. In addition, numerous studies have observed a significant influence of the prefrontal cortex,

motor supplementary area, premotor cortex, anterior cingulate cortex, and posterior parietal cortex (PPC) in the process of imagining a motor task [8-10]. The PPC is responsible for identifying the location of the body by integrating information from the visual, auditory, and somatosensory systems. Moreover, during movement planning, the PPC and premotor cortex are responsible for decision making, the anticipation of a movement, and the specificity of the action as performed or imagined [10].

Considering the subcortical regions, numerous studies suggest the possible participation of basal ganglia and the cerebellum in the MI process [11]. Both are responsible for the beginning of movement, generating an influence on basic cognitive processes, and also regulating the intensity of stereotyped movements [12].

Although scientific evidence is scarce, it has been observed that patients with chronic low back pain (CLBP) present an alteration in sensorimotor organization at the cortical level. One study shows that patients with CLBP present significant differences in the participation of the areas involved in the process of action observation compared with asymptomatic participants [13]. That same research shows that movement planning in patients with CLBP is dysfunctional, and that patients also present alterations in anticipatory postural adjustments, which could be due to pain and associated psychological factors [13,14].

Neuroimaging studies also have found that patients with CLBP have differences compared with asymptomatic participants at the neurobiochemical level. These changes have been observed to be directly proportional to the process of chronification and to psychological influences [15,16].

The main objective of this study was to evaluate the ability to generate both kinesthetic and visual motor images, as well as to assess the time spent on this mental task by patients with CLBP compared with asymptomatic participants. The secondary objective was to analyze whether there were relationships between the ability to generate MI, the time employed, and psychological and disability variables.

Methods

Study Design

A cross-sectional study design with a nonprobabilistic sample was used to assess visual and kinesthetic movement imagery ability and psychosocial variables in patients with CLBP compared with asymptomatic participants in a control group (CG). The trial was conducted in accordance with the Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology statement [17]. Following the Helsinki Declaration, our study was approved by the Ethics Committee for Clinical Research of a public reference hospital in Madrid (Spain), and

written informed consent was obtained from all the participants (PI-2567).

Participants

A consecutive nonprobabilistic convenience sample of 100 patients with CLBP and 100 asymptomatic participants for the CG were recruited between January and July of 2017. The sample was recruited from outpatients of a primary health care center in Madrid, Spain. The CG was recruited from our university campus and the local community through flyers, posters, and social media.

Inclusion Criteria

Patients in the CLBP group were selected if they met all of the following inclusion criteria: (1) LBP in at least the previous 3 months; (2) LBP of nonspecific nature; and (3) men and women aged 18-65 years. The evaluator asked the study participants not to take medication 24-48 hours before the evaluation. Asymptomatic participants were examined and included in the CG if they met the following criteria: (1) had not had LBP in the last 3 months; and (2) men and women aged 18-65 years.

Exclusion Criteria

Patients in the CLBP group were excluded if they met one of the following exclusion criteria: (1) neurologic signs (such as weakness perceived in the lower limbs); (2) specific spinal pathology (eg, malignancy, inflammatory joint or bone diseases); and (3) having undergone back surgery.

The patients were referred from the primary care medical service after an evaluation that included imaging tests if necessary. The following general exclusion criteria are common to both groups: (1) any cognitive disability that hinders visual and kinesthetic movement imagery ability; (2) illiteracy; (3) understanding or communication difficulties; and (4) insufficient Spanish language comprehension to follow study instructions.

Procedure

After consenting to participate, all the recruited participants received a sociodemographic questionnaire to complete on the day of the assessment, which recorded sex, date of birth, marital status, and educational level. Next, each participant completed a set of self-report measures. Finally, each participant completed the Revised Movement Imagery Questionnaire (MIQ-R), evaluating, in addition, the time spent in accomplishing the tasks of this questionnaire. The Spanish-validated version of these questionnaires was used, and this procedure was the same in both groups.

Primary Outcomes

Visual and Kinesthetic MI Ability

MIQ-R is an 8-item self-report inventory and it was used to assess visual and kinesthetic MI ability. Four different movements are included in the MIQ-R, and the inventory is composed of 4 visual and 4 kinesthetic items. For each item, participants read a description of the movement. They then physically performed the movement and were instructed to reassume the starting position after finishing the movement and before performing the mental task, which was to imagine the movement visually or kinesthetically. A modification was made in the MIQ-R. Items 2 and 5, in which a small jump is performed, were changed to standing on tiptoe. This variable was modified to reduce possible adverse effects that could worsen the symptoms of the subjects since the questionnaire used was designed for asymptomatic subjects. Next, each participant rated the ease or difficulty of generating the mental image on a 7-point scale, in which 7 indicated "very easy to see/feel" and 1 "very difficult to see/feel." The time to perform each item also was evaluated. The internal consistencies of the MIQ-R have been shown to be adequate, with Cronbach α coefficients ranging above 0.84 for the total scale, 0.80 for the visual subscale, and 0.84 for the kinesthetic subscale [18].

Mental Chronometry

A mental chronometry evaluation also was used to measure the subject's MI ability. With a stopwatch, the time spent performing each MIQ-R task was recorded. The time recorded corresponded to the interval between the command to start the task, given by the evaluator, and the verbal response that the task had been concluded, given by the subject. Mental chronometry is a reliable behavioral task that has been used previously to obtain an objective measure of MI ability [19-21].

Secondary Outcomes

Low Back Disability

Physical disability due to LBP was assessed using the Spanish version of the Roland-Morris Disability Questionnaire (RMDQ), which has been shown to have acceptable psychometric properties. The RMDQ is a 24-item self-administered questionnaire, and the total score ranges from 0 to 24, with the highest scores indicating the greatest degree of disability [22].

Pain-Related Fear

Pain-related fear of movement was assessed with the 11-item Spanish version of the Tampa Scale of Kinesiophobia (TSK-11), whose reliability and validity have been demonstrated [23]. The TSK-11 consists of 2 subscales, one related to fear of activity and the other related to fear of harm. The final score can range between 11 and

44 points, with higher scores indicating greater perceived kinesiophobia.

Pain Catastrophizing

The Spanish version of the Pain Catastrophizing Scale (PCS) assesses the degree of pain catastrophizing and is a reliable and valid measure of this phenomenon. It is composed of 13 items and a 3-factor structure of rumination, magnification, and helplessness, which must be answered with numeric values between 0 (not at all) and 4 (all the time), and with a maximum score of 52 points. Higher scores indicate greater pain catastrophizing [24].

Self-Efficacy

Self-efficacy was assessed through the Spanish version of the Chronic Pain Self-Efficacy Scale (CPSS), which has been shown to have acceptable psychometric properties [25]. The scale was developed to measure perceived self-efficacy and ability to cope with the consequences of pain in patients with chronic pain. This scale is a 19-item, self-administered instrument comprising 3 domains that assess self-efficacy for pain management, physical functioning, and coping with symptoms. Higher scores indicate greater self-efficacy for managing pain.

Sample Size

The sample size was estimated with G*Power 3.1.7 for Windows (G*Power from University of Düsseldorf, Düsseldorf, Germany) [26]. This process was considered a power calculation to detect between-group differences in the ability to generate MI. An independent sample Student *t*-test analysis was used to detect the mean difference between groups because it was the main factor of interest. The estimation was based on a pilot study with a sample of 12 participants (6 from the patient group and 6 from the CG). A medium effect size of 0.55 was used to obtain 95% statistical power (1 - β error probability) with an α error level probability of 0.05, suggesting a sample size of 174 participants (87 per group).

The secondary objective of this study suggests the creation of a regression analysis to assess the association between visual and kinesthetic movement imagery ability with psychological and disability variables. It was thus necessary to enlarge the sample, considering that we are using 10 predictors. In all, it was estimated that a total of 100 participants for each group of patients would be required (10 patients per predictor variable). For the regression analysis, the rule of between 5 and 10 participants per predictor variable was applied to obtain reasonably stable estimates of the regression coefficients [27].

Analysis Data

The sociodemographic and clinical characteristics of the participants were analyzed. The data were

summarized using frequency counts, descriptive statistics, summary tables, and figures.

Data analysis was performed with the Statistics Package for Social Science (SPSS 20.00; IBM Corp, Armonk, NY). The categorical variables are shown as frequencies and percentages. The quantitative results of the study are represented by descriptive statistics (confidence interval, mean, and standard deviation). For all variables, the *z* score was assumed to follow a normal distribution based on the central limit theorem because all the groups had more than 30 participants [28,29]. The Student *t*-test was used for the group comparisons. Cohen *d* effect sizes were calculated for multiple comparisons of the outcome variables. According to the method of Cohen, the magnitude of the effect was classified as small (0.20-0.49), medium (0.50-0.79), or large (0.80).

The relationships between psychological measures, as well as the ability to generate both kinesthetic and visual motor images, was examined with Pearson correlation coefficients. A Pearson correlation coefficient greater than 0.60 indicated a strong correlation, a coefficient between 0.30 and 0.60 indicated a moderate correlation, and a coefficient below 0.30 indicated a low or very low correlation [30].

A multiple linear regression analysis was performed to estimate the strength of the associations between the ability to generate both kinesthetic and visual motor images. Psychological and disability variables were used as predictors. Variance inflation factors were calculated to determine whether there were any multicollinearity issues in any models. The strength of the association was examined using regression coefficients (β), *P* values, and adjusted R^2 . Standardized beta coefficients were reported for each predictor variable included in the final reduced models to allow for a direct comparison between the predictor variables in the regression model and the criterion variable being studied. For the data analysis, we used a confidence interval of 95%, considering all those values that had a *P* value of less than .05 to be statistically significant.

Results

The baseline sociodemographic characteristics of the sample are summarized in Table 1. The total study sample consisted of 200 participants (124 women and 76 men). The average duration of symptoms in the CLBP group was 33.48 ± 63.16 months (mean \pm standard deviation). Table 1 shows that there were no statistically significant differences between groups in relation to sociodemographic variables except for marital status. There were no statistically significant differences for age, gender, and education level between groups.

Visual and Kinesthetic MI Ability

Patients with CLBP had difficulty in generating kinesthetic and visual motor images and took longer to

imagine them. The independent-sample Student *t*-test revealed significant intergroup differences between both the kinesthetic ($F = 2.26$, $P < .01$, $d = 0.76$) and visual MIQ-R scores ($F = 11.44$, $P < .01$, $d = 0.57$) with a moderate effect size. There were also significant intergroup differences in the time spent on the imagination task, both kinesthetic ($F = 29.70$, $P < .01$, $d = -0.68$) and visual ($F = 7.15$, $P < .01$, $d = -0.86$). There were also statistically significant differences in the scores for the psychosocial variables. Table 2 shows the between-group comparisons.

Correlation Analysis

Table 3 shows the results of the correlation analysis, examining the bivariate relationships among psychological measures, as well as the ability to generate both kinesthetic and visual motor images and the time used by the participants. The strongest correlations were found in the analysis for the CLBP group, in which a negative association was found between the ability to generate visual motor images and a fear of activity ($r = -0.371$, $P < .01$). In addition, there was a negative association with the kinesthetic MI ability ($r = -0.291$, $P < .05$). A moderately positive relationship was found between self-efficacy for the pain management subscale and the ability to generate motor images, and a moderately negative association was found between perceived disability and the ability to generate both visual and kinesthetic motor images, with a stronger association in the kinesthetic subscale ($r = -0.399$, $P < .01$).

Multiple Linear Regression Analysis

The regression models for criterion variables (MIQ-R visual subscale and MIQ-R kinesthetic subscale) are presented in Tables 4 and 5. In the first model, as shown in Table 4, the criterion variable MIQ-R visual subscale was predicted by the fear of activity subscale of the TSK-11, and by self-efficacy for coping with symptoms as measured with the CPSS (for the CLBP group), thus explaining 16.2% of the variance. The fear of harm subscale ($\beta = 0.097$, $P = .003$), total TSK-11 ($\beta = 0.171$, $P = .519$), PCS rumination subscale ($\beta = -0.023$, $P = .813$), PCS magnification subscale ($\beta = 0.047$, $P = .630$), PCS helplessness subscale ($\beta = -0.017$, $P = .865$), total PCS scale ($\beta = -0.018$, $P = .859$), RMDQ ($\beta = -0.128$, $P = .255$), CPSS physical functioning subscale ($\beta = 0.125$, $P = .297$), and CPSS pain management subscale ($\beta = 0.036$, $P = .722$) were not significant predictors.

In the second model, as presented in Table 5, the criterion variable MIQ-R kinesthetic subscale was predicted by disability as measured with RMDQ and by self-efficacy for pain management as measured with the CPSS (for the CLBP group), thus explaining 17.8% of the variance. The fear of activity subscale ($\beta = -0.136$, $P = .179$), fear of harm subscale ($\beta = 0.000$, $P > .999$), total TSK-11 ($\beta =$

Table 1
Descriptive statistics for demographic variables (n = 200)

Measures	CG (n = 100)	CLBP (n = 100)	P value, Independent Samples Student t-Test, or χ^2 Tests
Age	38.82 ± 13.30	40.44 ± 13.71	.397*
Gender			.155†
Male	42 (42.0)	34 (34.0)	
Female	58 (58.0)	66 (66.0)	
Educational level			.062†
Primary education	24 (24.0)	18 (18.0)	
Secondary education	29 (29.0)	18 (18.0)	
College education	47 (47.0)	64 (64.0)	
Marital status			.002†
Single	36 (36.0)	24 (24.0)	
Married	57 (57.0)	56 (56.0)	
Stable couple	0 (0.0)	14 (14.0)	
Divorced	7 (7.0)	6 (6.0)	
Widow	0 (0.0)	0 (0.0)	

Values are presented as mean ± standard deviation or number (%).

CG = control group; CLBP = chronic low back pain.

* Independent samples Student t-test.

† χ^2 test.

−0.098, $P = .348$), PCS rumination subscale ($\beta = -0.132$, $P = .218$), PCS magnification subscale ($\beta = -0.075$, $P = .463$), PCS helplessness subscale ($\beta = -0.145$, $P = .192$), total PCS scale ($\beta = 0.136$, $P = .216$), CPSS physical functioning subscale ($\beta = 0.000$, $P = .998$), and CPSS coping with symptoms subscale ($\beta = 0.133$, $P = .217$) were not significant predictors.

Discussion

The main objective of this research was to analyze the ability to generate both kinesthetic and visual motor images, in addition to the time used for these mental tasks, in patients with CLBP compared with asymptomatic subjects. Based on the results, it appears that patients

Table 2
Between-group comparisons

Measures	CG (n = 100) Mean ± SD	CLBP (n = 100) Mean ± SD	Mean Differences (95% CI); Effect Size (d)
RMDQ	—	6.16 ± 4.58	—
TSK-11			
Total TSK-11	20.53 ± 5.46	26.39 ± 6.50	−5.85 (−7.51 to −4.18)* $d = -0.97$
TSK-FA	13.16 ± 3.62	16.97 ± 4.26	−3.81 (−4.90 to −2.71)* $d = -0.96$
TSK-FH	7.39 ± 2.46	9.39 ± 2.94	−2.00 (−2.75 to −1.24)* $d = -0.73$
PCS			
Total PCS	8.01 ± 8.29	14.79 ± 10.79	−6.78 (−9.43 to −4.12)* $d = -0.70$
PCS-R	3.19 ± 3.55	5.64 ± 4.23	−2.45 (−3.54 to −1.37)* $d = -0.62$
PCS-M	1.88 ± 2.09	3.32 ± 2.65	−1.43 (−2.09 to −0.77)* $d = -0.60$
PCS-H	3.00 ± 3.44	6.30 ± 5.11	−3.29 (−4.50 to −2.08)* $d = -0.75$
CPSS			
Total CPSS	164.47 ± 20.37	143.04 ± 30.07	21.42 (14.26–28.58)* $d = 0.83$
CPSS-CS	57.45 ± 4.59	52.04 ± 9.33	5.40 (3.33–7.47)* $d = 0.73$
CPSS-PF	66.90 ± 10.98	57.97 ± 13.76	8.93 (5.44–12.42)* $d = 0.71$
CPSS-PM	40.12 ± 8.60	33.21 ± 12.90	6.90 (3.84–9.96)* $d = 0.63$
MIQ-R			
MIQ-R-V	24.40 ± 2.86	22.48 ± 3.75	1.92 (0.99–2.84)* $d = 0.57$
MIQ-R-K	22.25 ± 4.51	18.53 ± 5.24	3.72 (2.36–5.08)* $d = 0.76$
MIQ-R-VT	18.29 ± 13.70	30.01 ± 20.16	−11.71 (−16.50 to −6.92)* $d = -0.68$
MIQ-R-KT	18.23 ± 13.30	35.70 ± 25.34	−17.46 (−23.10 to −11.82)* $d = -0.86$

CG = control group; CLBP = chronic low back pain; SD = standard deviation; RMDQ = Roland-Morris Disability Questionnaire; TSK-11 = Tampa Scale for Kinesiophobia; TSK-FA = Fear of the activity subscale; TSK-FH = Fear of the harm subscale; PCS = Pain Catastrophizing Scale; PCS-R = Rumination subscale; PCS-M = Magnification subscale; PCS-H = Helplessness subscale; CPSS = Chronic Pain Self-Efficacy Scale; CPSS-CS = Coping with symptoms subscale; CPSS-PF = Physical Functioning subscale; CPSS-PM = Pain management subscale; MIQ-R = Revised Movement Imagery Questionnaire; MIQ-R-V = Visual subscale; MIQ-R-K = Kinesthetic subscale; MIQ-R-VT = Time employed in Visual subscale; MIQ-R-KT = Time employed in Kinesthetic subscale.

* $P < .01$.

Table 3

Pearson correlation coefficient between variables analyzed in the study in CLBP group

Measures	MIQR-V	MIQR-K	MIQR-VT	MIQR-KT
RMDQ	-0.319*	-0.399*	-0.060	-0.029
TSK-11				
TSK-FA	-0.371*	-0.291*	-0.062	-0.010
TSK-FH	-0.224†	-0.121†	-0.032	-0.029
PCS				
PCS-R	-0.141	-0.085	-0.065	-0.132
PCS-M	-0.085	-0.093	-0.041	-0.032
PCS-H	-0.165	-0.113	-0.057	-0.075
CPSS				
CPSS-CS	0.315*	0.324*	0.009	-0.030
CPSS-PF	0.303*	0.274*	0.109	0.089
CPSS-PM	0.313*	0.373*	-0.053	-0.107

CLBP = chronic low back pain; MIQR = Revised Movement Imagery Questionnaire; MIQR-V = Visual subscale; MIQR-K = Kinesthetic subscale; MIQR-VT = Time employed in Visual subscale; MIQR-KT = Time employed in Kinesthetic subscale; RMDQ = Roland-Morris Disability Questionnaire; TSK-11 = Tampa Scale for Kinesiophobia; TSK-FA = Fear of the activity subscale; TSK-FH = Fear of the harm subscale; PCS = Pain Catastrophizing Scale; PCS-R = Rumination subscale; PCS-M = Magnification subscale; PCS-H = Helplessness subscale; CPSS = Chronic Pain Self-Efficacy Scale; CPSS-CS = Coping with symptoms subscale; CPSS-PF = Physical Functioning subscale; CPSS-PM = Pain management subscale.

* $P < .01$.

† $P < .05$.

with CLBP have greater difficulty in generating both visual and kinesthetic motor images compared with asymptomatic subjects. They also use more time to perform these mental tasks.

Ability to Generate Motor Images

We found that patients with CLBP had a lower ability to form kinesthetic motor images and required a longer time

to perform this task in comparison with asymptomatic participants. These results are in agreement with current scientific evidence. Pijnenburg et al [31] demonstrated that patients with CLBP needed more time to perform a mental task. They also observed, through studies with neuroimaging, that there was a decrease in functional connectivity between the various cortical areas involved in the process of sensorimotor integration.

In addition, Tagliazucchi et al [32] observed that the presence of maintained pain can lead to an alteration at the cortical level, leading to increased activity of default mode networks to the pain, even when the brain is in a state of rest. This process could lead to an alteration in the functional connections related to motor planning and execution. In patients with CLBP, information from the somatosensory complex also might be corrupted by the presence of sustained pain. Therefore, patients with CLBP might present with alterations in the input, integration, and processing of the information, thus affecting, by its similarity to the real motor activity, the ability to generate motor images. These alterations are a possible explanation for the results obtained in the present study. In a study performed using laterality training in asymptomatic participants in various conditions, interference in the input was observed, generating less successful results during the laterality test, thus concluding that if the information input is defective the MI process could be altered [33].

Finally, it is important to note that numerous studies have affirmed that the presence of chronic pain can generate a distortion of the affected area in the corporal representation at the cortical level. This distortion could be another reason that patients with CLBP present greater difficulty performing a mental task of a motor gesture, especially if that gesture evokes the experience of pain.

Table 4

Multiple linear regression analysis for MIQ-R Visual Subscale in the CLBP group

Group	Regression Coefficient (B)	Standardized Coefficient (β)	P Value	VIF	Overall Model		
					R ²	Adjusted R ²	F
CLBP					0.179	0.162	10.36
Predictor variable							
TSK-FA	-0.257	-0.295	.003	1.091			
CPSS-CS	0.092	0.23	.02	1.091			
Excluded variable							
Total TSK-11		0.171	.519	8.079			
TSK-FH		0.097	.414	1.608			
Total PCS		-0.018	.859	1.118			
PCS-R		-0.023	.813	1.078			
PCS-M		0.047	.630	1.077			
PCS-H		-0.017	.865	1.171			
RMDQ		-0.128	.255	1.443			
CPSS-PF		0.125	.297	1.639			
CPSS-PM		0.036	.722	1.138			

Criterion variable: MIQ-R Visual Subscale.

MIQ-R = Revised Movement Imagery Questionnaire; CLBP = Chronic Low Back Pain; VIF = variance inflation factor; TSK-FA = Fear of the activity subscale; CPSS = Chronic Pain Self-Efficacy Scale; CPSS-CS = Coping with symptoms subscale; TSK-11 = Tampa Scale for Kinesiophobia; TSK-FH = Fear of the harm subscale; PCS = Pain Catastrophizing Scale; PCS-R = Rumination subscale; PCS-M = Magnification subscale; PCS-H = Helplessness subscale; RMDQ = Roland Morris Disability Questionnaire; CPSS-PF = Physical Functioning subscale; CPSS-PM = Pain management subscale.

Table 5
Multiple linear regression analysis for MIQ-R Kinesthetic Subscale in CLBP group

Group	Regression Coefficient (B)	Standardized Coefficient (β)	P Value	VIF	Overall Model		
					R^2	Adjusted R^2	F
CLBP					0.195	0.178	11.47
Predictor variable							
RMDQ	-0.370	-0.330	.001	1.134			
CPSS-PM	0.081	0.200	.044	1.134			
Excluded variable							
Total TSK-11		-0.098	.348	1.265			
TSK-FA		-0.136	.179	1.201			
TSK-FH		0.000	>.999	1.192			
Total PCS		0.136	.216	1.420			
PCS-R		0.132	.218	1.351			
PCS-M		-0.075	.463	1.203			
PCS-H		-0.145	.192	1.453			
CPSS-PF		0.000	.998	1.649			
CPSS-CS		0.133	.217	1.357			

Criterion variable: MIQ-R Kinesthetic Subscale.

MIQ-R = Revised Movement Imagery Questionnaire; CLBP = Chronic Low Back Pain; VIF = variance inflation factor; RMDQ = Roland Morris Disability Questionnaire; CPSS = Chronic Pain Self-Efficacy Scale; CPSS-PM = Pain management subscale; TSK-11 = Tampa Scale for Kinesiophobia; TSK-FA = Fear of the activity subscale; TSK-FH = Fear of the harm subscale; PCS = Pain Catastrophizing Scale; PCS-R = Rumination subscale; PCS-M = Magnification subscale; PCS-H = Helplessness subscale; CPSS-PF = Physical Functioning subscale; CPSS-CS = Coping with symptoms subscale.

This distortion of the internal body representation is due to a possible incongruence between the sensory inputs and the motor outputs [34].

Influence of Psychological Factors on the Ability to Create Motor Images

Psychosocial variables play a critical role in the process of chronic pain [3]. Patients with a diagnosis of CLBP usually experience catastrophic thoughts about their pain as well as fear avoidance behaviors in those motor gestures that have generated pain at some time [35].

Based on the results obtained in this study, patients with CLBP presented statistically significant differences in terms of the fear of movement variable with respect to asymptomatic participants ($P < .001$) and also presented a negative correlation with respect to the ability to generate both kinesthetic ($r = -0.291$, $P < .05$) and visual motor images ($r = -0.371$, $P < .01$). In relation to these results, another study found that in patients with regional complex pain syndrome, the action observation of various wrist movements caused an increase in symptoms with significant differences compared to the asymptomatic participants group [36]. In addition, it was found that the increased pain when performing the action observation was positively correlated with a higher score on the PCS scale and the TSK-11 scale [36]. This relationship could be explained by the findings of another study that found, through neuroimaging, an attenuation of the functional connection between the amygdala and the periaqueductal gray matter (which is mainly responsible for endogenous analgesia) in patients with CLBP and high levels of fear of movement [37]. Therefore, fear of movement could play a key role in the presence of pain. Our hypothesis is that the input of painful somatosensory

information can affect the correct planning of movement, which could affect their subsequent ability to imagine it.

The fear-avoidance model also has been analyzed regarding motor activity [38]. The researchers observed that patients with high levels of fear presented alterations in information processing. A possible cause for this finding is that these patients pay excessive attention to potential signals of threat from the external environment, making it more difficult to focus their attention on other tasks such as active movement. In addition, it was found that fear of movement is associated with the avoidance of potentially painful movements. This avoidance underlies a syndrome of disuse and poor motor performance [39]. It is possible that some of these phenomena also influence the ability to generate motor images, another possible explanation for our results. That same study also found positive correlations between the level of chronic pain self-efficacy and the ability to generate kinesthetic motor images. A negative correlation was observed between the perceived disability and the ability to generate kinesthetic motor images. These data seem to suggest that presenting greater levels of self-efficacy, in the presence of sustained pain along with a lower perception of disability, could have a positive influence on the ability to generate kinesthetic motor images.

Some authors have assessed the self-efficacy variable and found an inverse relationship between this variable and pain perception. Moreover, patients with greater levels of self-efficacy showed less disability and obtained better results from their treatments [40,41]. It is therefore our hypothesis that the improvement of pain perception and a decrease in disability that patients with greater levels of self-efficacy present could secondarily improve their ability to generate kinesthetic motor images.

Study Limitations

This study presents several limitations. The results obtained should be interpreted with caution due to the fact that this is a cross-sectional study instead of a longitudinal study, which precludes the ability to establish a cause-effect relationship. The difficulty in generating motor images was studied through an instrument of self-report and by a mental chronometry task. Although we consider these instruments to have good reliability, it would be interesting for future studies to analyze the habit of generating motor images using neural functional images. It would also be interesting to measure the variability of the heart rate, because this measure seems to be more sensitive for evaluating the association between autonomic nervous system activity and the ability to perform motor imaging [42]. It is important to note that some authors believe different measures are needed to identify the ability to generate motor images [43].

Another important limitation to take into account is that we have not evaluated the participants' pain intensity in addition to the medication intake, since this could have influenced the ability to generate motor images. Finally, we believe that it is a limitation to have performed no measures related to movement or physical activity, to determine whether they could be associated with the ability to generate motor images.

Conclusions

Based on our results, it appears that patients with CLBP have greater difficulty with generating visual and kinesthetic motor images compared with asymptomatic participants, and they also needed more time to perform the mental tasks. Fear of movement and a greater perception of disability in patients with CLBP are correlated with less ability to create kinesthetic motor images, and this ability is greater in patients with greater levels of self-efficacy. Further research is needed to improve our understanding and to be able to establish clinical implications for the results obtained in this study.

References

1. Hoy D, Bain C, Williams G, et al. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis Rheum*. 2012;64:2028-2037.
2. Rossignol M, Rozenberg S, Leclerc A. Epidemiology of low back pain: What's new? *Joint Bone Spine*. 2009;76:608-613.
3. Hashmi JA, Baliki MN, Huang L, et al. Shape shifting pain: Chronification of back pain shifts brain representation from nociceptive to emotional circuits. *Brain*. 2013;136:2751-2768.
4. Frenkel MO, Herzig DS, Gebhard F, Mayer J, Becker C, Einsiedel T. Mental practice maintains range of motion despite forearm immobilization: A pilot study in healthy persons. *J Rehabil Med*. 2014;46:225-232.
5. Decety J. The neurophysiological basis of motor imagery. *Behav Brain Res*. 1996;77:45-52.
6. Iseki K, Hanakawa T, Shinozaki J, Nankaku M, Fukuyama H. Neural mechanisms involved in mental imagery and observation of gait. *Neuroimage*. 2008;41:1021-1031.
7. Lotze M, Montoya P, Erb M, et al. Activation of cortical and cerebellar motor areas during executed and imagined hand movements: An fMRI study. *J Cogn Neurosci*. 1999;11:491-501.
8. Xu L, Zhang H, Hui M, et al. Motor execution and motor imagery: A comparison of functional connectivity patterns based on graph theory. *Neuroscience*. 2014;261:184-194.
9. Guillot A, Collet C, Nguyen VA, Malouin F, Richards C, Doyon J. Brain activity during visual versus kinesthetic imagery: An fMRI study. *Hum Brain Mapp*. 2009;30:2157-2172.
10. Hanakawa T, Dimyan MA, Hallett M. Motor planning, imagery, and execution in the distributed motor network: A time-course study with functional MRI. *Cereb Cortex*. 2008;18:2775-2788.
11. Dominey P, Decety J, Broussolle E, Chazot G, Jeannerod M. Motor imagery of lateralized sequential task is asymmetrically slowed in Hemi-Parkinson's patients. *Neuropsychologia*. 1995;33:727-741.
12. Grush R. The emulation theory of representation: Motor control, imagery, and perception. *Behav Brain Sci*. 2004;27:377-396.
13. Vrana A, Hotz-boendermaker S, Stämpfli P, et al. Differential neural processing during motor imagery of daily activities in chronic low back pain patients. *PLoS One*. 2015;10:1-18.
14. Bowering KJ, Connell NEO, Tabor A, et al. The effects of graded motor imagery and its components on chronic pain: A systematic review and meta-analysis. *J Pain*. 2013;14:3-13.
15. Grachev ID, Fredrickson BE, Apkarian AV. Brain chemistry reflects dual states of pain and anxiety in chronic low back pain. *J Neural Transm*. 2002;109:1309-1334.
16. Lloyd D, Findlay G, Roberts N, Nurmikko T. Differences in low back pain behavior are reflected in the cerebral response to tactile stimulation of the lower back. *Spine*. 2008;33:1372-1377.
17. Von Elm E, Altman DG, Egger M, et al. The Strengthening of Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: Guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol*. 2008;61:344-349.
18. Campos A, González MA. Spanish version of the revised movement image questionnaire (MIQ-R): Psychometric properties and validation. *Rev Psicol del Deport*. 2010;19:263-273.
19. Guillot A, Collet C. Duration of mentally simulated movement: A review. *J Mot Behav*. 2005;37:10-20.
20. Malouin F, Richards CL, Durand A, Doyon J. Reliability of mental chronometry for assessing motor imagery ability after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89:311-319.
21. Williams SE, Guillot A, Di Rienzo F, Cumming J. Comparing self-report and mental chronometry measures of motor imagery ability. *Eur J Sport Sci*. 2015;15:703-711.
22. Kovacs FM, Llobera J, Gil Del Real MT, et al. Validation of the Spanish version of the Roland-Morris questionnaire. *Spine*. 2002;27:538-542.
23. Gómez-Pérez L, López-Martínez AE, Ruiz-Párraga GT. Psychometric Properties of the Spanish Version of the Tampa Scale for Kinesiophobia (TSK). *J Pain*. 2011;12:425-435.
24. García Campayo J, Rodero B, Alda M, Sobradriel N, Montero J, Moreno S. Validation of the Spanish version of the Pain Catastrophizing Scale in fibromyalgia. *Med Clin (Barc)*. 2008;131:487-492.
25. Martín-Aragón M, Pastor Mira MA, Rodríguez Marín J, et al. Percepción de autoeficacia en dolor crónico. Adaptación y validación de la Chronic Pain Self-Efficacy Scale [Self-efficacy perception in chronic pain. Adaptation and validation of Chronic Pain Self-Efficacy Scale]. *Rev. Psicol Salud*. 1999;111:53-75.
26. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods*. 2007;39:175-191.
27. Hair JF, Anderson RE, Tatham RL, Black WC. Multivariate data analysis. *Int J Pharmaceutics*. 1998;131:816.
28. Mouri H. Log-normal distribution from a process that is not multiplicative but is additive. *Phys Rev E Stat Nonlin Soft Matter Phys*. 2013; 88: 042124.

29. Nixon RM, Wonderling D, Grieve RD. Non-parametric methods for cost-effectiveness analysis: The central limit theorem and the bootstrap compared. *Health Econ.* 2010;19:316-333.
30. Hinkle DE, Wiersma W, Jurs SG. Applied statistics for the behavioral sciences. *Source J Educ Stat.* 1990;15:84-87.
31. Pijnenburg M, Brumagne S, Caeyenberghs K, et al. Resting-state functional connectivity of the sensorimotor and the association with the sit-to-stand-to-sit task. *Brain Connect.* 2015;5:303-311.
32. Tagliazucchi E, Balenzuela P, Fraiman D, Chialvo D. Brain resting state is disrupted in chronic back pain patients. *Neurosci Lett.* 2010;485:26-31.
33. McCormick K, Zalucki N, Hudson ML, Moseley GL. Faulty proprioceptive information disrupts motor imagery: An experimental study. *Aust J Physiother.* 2007;53:41-45.
34. Moseley GL, McCormick K, Hudson M, Zalucki N. Disrupted cortical proprioceptive representation evokes symptoms of peculiarity, foreignness and swelling, but not pain. *Rheumatology.* 2006;45:196-200.
35. Moseley GL. Evidence for a direct relationship between cognitive and physical change during an education intervention in people with chronic low back pain. *Eur J Pain.* 2004;8:39-45.
36. Moseley GL, Zalucki N, Birklein F, et al. Thinking about movement hurts: The effect of motor imagery on pain and swelling in people with chronic arm pain. *Arthritis Rheum.* 2008;59:623-631.
37. Meier ML, Stämpfli P, Humphreys BK, Vrana A, Seifritz E, Schweinhardt P. The impact of pain-related fear on neural pathways of pain modulation in chronic low back pain. *Pain Rep.* 2017;2:e601.
38. Vlaeyen JW, Linton SJ. Fear-avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain: A state of the art. *Pain.* 2000;85:317-332.
39. Crombez G, Vervaeke L, Lysens R, Baeyens F, Eelen P. Avoidance and confrontation of painful, back-straining movements in chronic back pain patients. *Behav Modif.* 1998;22:62-77.
40. Strong J, Westbury K, Smith G, McKenzie I, Ryan W. Treatment outcome in individuals with chronic pain: Is the Pain Stages of Change Questionnaire (PSOCQ) a useful tool? *Pain.* 2002;97:65-73.
41. Turk DC, Okifuji A. Psychological factors in chronic pain: Evolution and revolution. *J Consult Clin Psychol.* 2002;70:678-690.
42. Peixoto Pinto T, Mello Russo Ramos M, Lemos T, Domingues Vargas C, Imbiriba LA. Is heart rate variability affected by distinct motor imagery strategies? *Physiol Behav.* 2017;177:189-195.
43. N. Braun, C. Kranczioch, J. Liepert et al.. Motor imagery impairment in postacute stroke patients, *Neural Plast.* 2017; (2017) 1-13

Disclosure

R.L.T. Departamento de Fisioterapia and Motion in Brains Research Group, Institute of Neuroscience and Sciences of the Movement (INCIMOV), Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid; Instituto de Neurociencia y Dolor Craneofacial (INDCRAN) Madrid; and Instituto de Investigación Sanitaria del Hospital Universitario La Paz (IdiPAZ), Madrid, Spain. Address correspondence to: R.L.T., Facultad de Ciencias de la Salud, Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Calle la Salle, nº 10, 28023 Madrid, Spain; e-mail: roylatouche@yahoo.es
Disclosure: nothing to disclose

M.G.-A. Departamento de Fisioterapia and Motion in Brains Research Group, Institute of Neuroscience and Sciences of the Movement (INCIMOV), Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Universidad Autónoma de Madrid, Spain
Disclosure: nothing to disclose

F.C.-M. Departamento de Fisioterapia and Motion in Brains Research Group, Institute of Neuroscience and Sciences of the Movement (INCIMOV), Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Spain
Disclosure: nothing to disclose

L.G.-F. Departamento de Fisioterapia, Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Spain
Disclosure: nothing to disclose

L.S.-M. Departamento de Fisioterapia and Motion in Brains Research Group, Institute of Neuroscience and Sciences of the Movement (INCIMOV), Madrid, Spain
Disclosure: nothing to disclose

A.P.-A. Departamento de Fisioterapia and Motion in Brains Research Group, Institute of Neuroscience and Sciences of the Movement (INCIMOV), Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid; Instituto de Neurociencia y Dolor Craneofacial (INDCRAN) Madrid; and Instituto de Investigación Sanitaria del Hospital Universitario La Paz (IdiPAZ), Madrid, Spain
Disclosure: nothing to disclose

Submitted for publication January 18, 2018; accepted May 19, 2018

6.3 Estudio III

Grande-Alonso, M., Garrigós-Pedró, M., Cuenca-Martínez, F., Vidal-Quevedo, C., Prieto-Aldana, M., La Touche, R & Gil-Martínez, A. (2020). Influence of the generation of motor mental images on physiotherapy treatment in patients with chronic low-back pain. *Pain Physician*, 23, E399-E408.

Objetivo principal del estudio:

El objetivo principal de este estudio fue determinar si la capacidad de generar imágenes motoras cinestésicas y visuales influye sobre las variables psicológicas, motoras y de discapacidad en los pacientes con DLCI.

Objetivo secundario del estudio:

El objetivo secundario era determinar si un enfoque basado en ET y EdT podía mejorar la capacidad de generar imágenes motoras cinestésicas y visuales en aquellos pacientes con menor capacidad para realizar tareas mentales.

Resultados

El grupo con menor capacidad de generar imágenes motoras cinestésicas y visuales mostró niveles más bajos de autoeficacia ($p=0,04$; $d=-0,47$) y niveles más bajos de fuerza lumbar y resistencia ($p=0,04$ y $d=-0,46$, $p=0,02$ y $d=-0,52$, respectivamente). Después de la intervención con ET y EdT, la capacidad de generar imágenes motoras cinestésicas y visuales mejoró significativamente, con un tamaño de efecto moderado-grande ($p\leq 0,01$ y $d=0,80$, $p\leq 0,01$ y $d=0,76$, respectivamente), al igual que la intensidad del dolor, la fuerza lumbar, la discapacidad y las variables psicológicas ($p<0,05$), pero no los niveles de autoeficacia ($p>0,05$).

Conclusión

Un enfoque clínico de ET, junto con un programa de EdT, determinó una mejora significativa en la capacidad de generar imágenes motoras cinestésicas y visuales, una

disminución en la intensidad del dolor, un aumento de la fuerza lumbar, una disminución de la discapacidad y mejoró las variables psicológicas, excepto los niveles de autoeficacia en los pacientes con DLCI.

Cross-Sectional Study

Influence of the Generation of Motor Mental Images on Physiotherapy Treatment in Patients with Chronic Low Back Pain

Mónica Grande-Alonso, MSc^{1,2}, Miriam Garrigós-Pedron, PhD^{1,2}, Ferran Cuenca-Martinez, MSc^{1,2}, Celia Vidal-Quevedo, PT¹, María Prieto-Aldana, MSc², Roy La Touche, PhD^{1,3,4}, and Alfonso Gil-Martinez, PhD^{1,4,5}

From ¹Departamento de Fisioterapia, Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Spain; ²Motion in Biomechanics Research Group, Instituto de Neurociencias y Ciencias del Movimiento (INCMOV), Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Spain; ³Instituto de Neurociencias y Ciencias del Movimiento (INCMOV), Madrid, Spain; ⁴Instituto de Investigación Sanitaria del Hospital Universitario La Paz (IISLa Paz), Madrid, Spain; ⁵Cranspain Research Group, Instituto de Neurociencias y Ciencias del Movimiento (INCMOV), Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Spain

Address Correspondence: Roy La Touche, PhD
Facultad de Ciencias de la Salud
Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle
Calle La Salle, nº 30
28014 Madrid, Spain
E-mail: roy.la.touche@uam.es

Disclaimer: There was no external funding in the preparation of this manuscript.
Conflict of interest: Each author certifies that he or she, or a member of his or her immediate family, has no commercial association (i.e., consultancies, stock ownership, equity interest, patent/licensing arrangements, etc.) that might pose a conflict of interest in connection with the submitted manuscript.

Manuscript received: 09-05-2019
Revised manuscript received: 12-04-2019
Accepted for publication: 13-03-2020

Free full manuscript:
www.painphysicianjournal.com

Background: Patients with nonspecific chronic low back pain (NCLBP) have greater difficulty generating kinesthetic and visual motor imagery.

Objectives: The main aim of this study was to determine whether the ability to generate mental motor imagery (Mbi) influences psychological, motor, and disability variables in patients with NCLBP. The secondary aim was to determine whether an approach based on therapeutic exercise (TE) and therapeutic education (TEd) could improve the Mbi in those patients with less ability to perform it.

Study Design: Cross-sectional and quasiexperimental study.

Setting: Physical Therapy Unit of primary health care center in Madrid, Spain.

Methods: A total of 68 patients were divided into 2 groups according to a greater ($n = 34$) or lesser ($n = 34$) Mbi. Treatment was based on TE and TEd for the group with less ability to generate kinesthetic and visual motor imagery. The outcome measures were imagery requested time, self-efficacy, disability, pain intensity, lumbar strength, psychological variables, and Mbi.

Results: The group with lesser Mbi showed lower levels of self-efficacy ($P = 0.04$; $d = -0.47$) and lower levels of lumbar strength and extension strength ($P = 0.04$; $d = -0.46$ and $P = 0.02$; $d = -0.52$, respectively). After the intervention with TE and TEd, Mbi (both kinesthetic and visual) improved significantly, with a moderate to large effect size ($P < 0.01$; $d = -0.80$ and $P < 0.01$; $d = -0.76$, respectively), as did pain intensity, lumbar strength, disability, and psychological variables ($P < 0.05$), but not levels of self-efficacy ($P > 0.05$). Based on the results, the patients with NCLBP with lesser Mbi achieved lower levels of self-efficacy and lower strength levels.

Limitations: The results of this study should be interpreted with caution because of its quasiexperimental design and a bias selection.

Conclusions: A clinical TE approach, coupled with a TEd program, resulted in significant improvement in Mbi (both kinesthetic and visual), reduced pain intensity, increased lumbar strength, reduced disability, and improved psychological variables, but it did not significantly improve self-efficacy levels in the patients with NCLBP.

Key words: Chronic low back pain, motor imagery, disability, lumbar strength

Pain Physician 2020; 23:E399-E408

Nonspecific chronic low back pain (NCLBP) is one of the most prevalent musculoskeletal disorders and causes a high rate of disability and work absenteeism (1). NCLBP is considered a multifactorial problem, given that it presents affective-motivational, sensory-discriminative, and cognitive-evaluative impairment (2).

Patients with NCLBP have greater difficulty generating kinesthetic and visual motor imagery (3). In other chronic pain conditions, it has been observed that primary motor cortex activity is reduced after periods of immobility, as is the primary somatosensory cortex, which results in maladaptive changes at the cortical level, thereby affecting the planning and execution of movement. We can therefore deduce that the ability to form kinesthetic and visual imagery can also be affected as a result. Similarly, studies have observed that amputee patients have a reduced ability to form kinesthetic and visual imagery, not only because of the lack of the limb but also because of the presence of pain and other symptoms associated with the problem, which causes maladaptive neuroplastic changes (4). Research studies have suggested that this situation could be due, on one hand, to the influence of the posterior parietal cortex in participating, along with the premotor cortex, in anticipating movement and in performing or imagining an action and, on the other hand, to a series of neurobiochemical changes, which are directly proportional to the process of chronicity and the influence of psychological variables, including anxiety and depression (5,6).

Moreover, previous studies of patients with NCLBP have grouped their samples based on psychological variables (7). Studies have observed that intervention programs based on a multimodal approach result in significant medium-term improvement in muscle strength, postural stability, disability, and pain intensity (8,9).

We therefore conducted a cross-sectional analysis whose main objective was to determine whether the ability to generate kinesthetic and visual motor imagery affects psychological, motor, and somatosensory variables. The secondary objective was to determine whether an approach based on therapeutic exercise (TE) and therapeutic education (TED) can improve the ability to generate kinesthetic and visual motor imagery.

METHODS

Study Design

A cross-sectional study with a nonprobabilistic sam-

ple was conducted to assess intensity of pain, functional and psychological variables of patients with NCLBP based on the ability to generate kinesthetic and visual motor imagery. The study was conducted in accordance with Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement (10). Second, we proposed a single-blind quasixperimental study with a nonprobabilistic sample of a single group (Appendix 1). We evaluated the effect of a treatment based on TED and TE in the group with less ability to generate kinesthetic and visual motor imagery on the study variables. The study protocol follows the checklist to improve reporting of group-based behavior-change interventions.

The study followed the principles of the Declaration of Helsinki and was approved by the Ethics Committee for Clinical Research of one University Hospital (PI-2567), a public reference hospital in Madrid (Spain). Written informed consent was obtained from all patients.

Patients

The consecutive nonprobabilistic convenience sample consisted of 68 patients with NCLBP. Patients were classified as having "high" or "low" kinesthetic and visual motor imagery ability based on a median score split on the Movement Imagery Questionnaire-Revised (MIQ-R). Group 1 consisted of 34 patients who registered low kinesthetic and visual motor imagery ability, and group 2 was composed of 34 patients who registered high kinesthetic and visual motor imagery ability. The sample was recruited from a primary health care center in Madrid, Spain.

Inclusion Criteria

Patients were selected for cross-sectional study if they met all the following inclusion criteria: (1) persistent low back pain in at least the prior 3 months; (2) low back pain of nonspecific nature; and (3) men and women aged 18 to 65 years. The evaluator asked the study patients not to take medication 24 to 48 hours before the evaluation. Then patients with low kinesthetic and visual motor imagery ability and who consented to their participation in the second part of the investigation were included in the quasixperimental study.

Exclusion Criteria

Patients were excluded if they met one of the following exclusion criteria both for the first part of the investigation and for the second part: (1) neuro-

logic signs (such as weakness perceived in the lower limbs); (2) specific spinal pathology (e.g., malignancy, inflammatory joint or bone diseases); (3) having undergone back surgery; (4) any cognitive disability that hinders visual and kinesthetic movement imagery ability; (5) illiteracy; (6) understanding or communication difficulties; and (7) insufficient Spanish language comprehension to follow study instruction. The patients were referred from the primary care medical service after an evaluation that included imaging tests if necessary.

Primary Outcomes

Self-Efficacy

Self-efficacy was assessed through the Spanish version of the Chronic Pain Self-Efficacy Scale (CPSS), which has been demonstrated as having acceptable psychometric properties (11). The CPSS presented a reliability of 0.88, 0.87, and 0.90 for pain management subscale, physical function subscale, and coping with symptoms subscale, respectively (12).

Visual and Kinesthetic Motor Imagery Ability

MIQ-R is an 8-item self-report inventory with adequate internal consistency (Cronbach's alpha coefficients ranging above 0.84 for the total scale, 0.80 for the visual subscale, and 0.84 for the kinesthetic subscale). It was used to assess visual and kinesthetic motor imagery ability. Four different movements are included in this test, and the inventory is composed of 4 visual and 4 kinesthetic items. For each item, patients read a description of the movement. They then physically performed the movement before performing the mental task, which was to imagine the movement visually or kinesthetically. A score between 1 and 7 is assigned, with 1 representing difficulty in picturing the motor image or difficulty in feeling the movement previously made, and 7 representing the maximum ease. The time to perform each item also was evaluated (13).

Secondary Outcomes

Imagery-Requested Time

An imagery-requested time evaluation was also used to measure the patients motor imagery ability with a stopwatch. The time recorded corresponded to the interval between the command to start the task and the moment the task had been concluded (14).

Pain Intensity

The Visual Analog Scale (VAS) was used to measure pain intensity before and after each treatment. The VAS is a 100-mm line with 2 endpoints representing the extreme states of "no pain" and "the maximal pain imaginable." It has been shown to have good retest reliability (r , 0.94; P < 0.001) and a minimal detectable change of 15.0 mm (15,16).

Low Back Disability

Physical disability due to low back pain was assessed using the Spanish version of the Roland-Morris Disability Questionnaire (17). It has been demonstrated as having acceptable psychometric properties with a Cronbach's alpha ranging between 0.84 and 0.93, and test-retest reliability ranging between 0.72 and 0.91 (18).

Fear of Movement

Fear of movement was assessed using the 11-item Spanish version of the Tampa Scale of Kinesiophobia, whose reliability and validity have been demonstrated (internal consistency, Cronbach's alpha = 0.78) (19,20). The final score can range between 11 and 44 points, with higher scores indicating greater perceived kinesiophobia (20).

Anxiety and Depression

The anxiety and depression state were assessed with the Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS). The scale has 2 subscales of 7 items each that measure anxiety and depression (21). The HADS presented an internal consistency (Cronbach's alpha) at 0.80 to 0.93 for the anxiety, and 0.81 to 0.90 for the depression subscales (22).

Lumbar Strength

The strength of the lumbar region was measured by means of a foot dynamometer (Takei TM 5420, Takei Scientific Instruments CO, Niigata City, Japan). It is a valid and reliable test to measure the muscular strength of the lumbar region. It has been shown to have a good reliability (r , 0.91; P < 0.001) (23).

Extensor Endurance

Extensor endurance was evaluated with the Ito test. The patients were positioned in prone decubitus while holding the sternum off the floor (24). The patients were instructed to maintain this position as long as possible, to a maximum of 300 seconds (24,25). Pa-

tients with chronic low back pain (CLBP) produced test-retest r values of 0.93 and 0.95 for men and women, respectively, and an intraclass correlation coefficient of 0.93 for both genders (24).

Procedure

The study consisted of 2 phases. In the first phase and after consenting to participate, all recruited patients were given a sociodemographic questionnaire to complete on the day of the assessment, which recorded the patients' gender, date of birth, marital status, and educational level. Next, each participant completed a set of self-report measures and completed the MIQR, which evaluated, among other variables, the time spent accomplishing the questionnaire's tasks. The Spanish-validated version of these questionnaires were employed, and this procedure was the same for both groups. Once the sample was divided based on their ability to generate mental motor imagery (MIab; kinesthetic and visual), we observed whether there were differences in the study variables.

In the second phase, we conducted a TE and TED intervention on the group with the lesser ability, and observed whether it resulted in changes in the ability to generate kinesthetic MIab 1 month after the intervention.

The intervention consisted of 8 sessions of TE and TE, twice per week, with 48 to 72 hours between sessions. The patients had to complete 7 sessions of therapy.

TED

The objective of the theoretical-practical TED protocol was to provide each patient with strategies for changing their maladaptive beliefs and increase their self-efficacy through lessons on active coping strategies. All skills were taught in a practical manner, using techniques based on observing actions and kinesthetic motor imagery. Each session lasted 25 minutes and was conducted individually with a physiotherapist specialized in chronic pain. The entire intervention is summarized in Appendix 2.

TE

The TE program was based on training the lumbar-pelvic motor control through deep muscle exercises (transverse abdominis, multifidus muscle, and pelvic floor). The exercise sessions were also performed individually and after the TED session, with each session lasting 20 to 25 minutes. As control measures, each patient was warned that the exercises would progressively

increase in difficulty and intensity and that they should tell the responsible physiotherapist if they felt pain. The patients were also told to perform these exercises at least twice per week at home (Appendix 3).

Sample Size

The sample size was estimated with G*Power 3.1.7 for Windows (University of Dusseldorf, Dusseldorf, Germany). Self-efficacy was assessed through the Spanish version of the CPSS and was chosen as the primary outcome measure in this study. Calculations were based on data obtained from the difference in means between both groups of a pilot study conducted in 15 patients with NCLBP. Performing a comparison of independent samples, an alpha level of 0.05, and an effect size of 0.61, this generated a sample size of 34 patients for the study to have 80% power to identify an effect.

Statistical Methods

We employed the Statistical Package for Social Sciences Version 22 (IBM Corporation, Armonk, NY) for the statistical analysis. The level of significance for all tests was $P < 0.05$. In the data analyses, we used descriptive statistics to show the data on the continuous variables, which are presented as mean and standard deviation, 95% confidence intervals, and relative frequency (percentage). We employed the χ^2 test to compare differences between the categorical variables (nominal). The Shapiro-Wilk test was used for the normality tests. In addition, the Student t -test for independent samples was applied as a statistical test to compare the variables between groups. We calculated the effect size (Cohen's d) to compare the study variables. Based on the Cohen method, the effect was considered small (0.20–0.49), medium (0.50–0.79), or large (> 0.8) (26).

The Pearson correlation coefficient was used to analyze the association between the pain-related disability, psychology, and physical variables in patients with CLBP. The Pearson correlation coefficient greater than 0.60 indicates a strong correlation, a coefficient between 0.30 and 0.60 indicates a moderate correlation, and coefficient below 0.30 indicates a low or particularly low correlation.

RESULTS

Patients and Descriptive Data

The sample was composed by 68 patients divided into 2 groups of 34 patients in each one: (1) lower kinesthetic and visual motor imagery ability, and (2)

Mental Practice on Physiotherapy Treatment In Chronic, Non-Specific Low Back Pain

Table 1. Description, demographic data and control variables.

	Group 1 (n = 34)	Group 2 (n = 34)	P-value
Age (years)	43.1 ± 13	41.6 ± 12.1	0.37
BMI ^a			
Weight (kg)/high (m ²)	25.9 ± 5.6	25.3 ± 3.6	0.55
Symptoms duration (months) ^b	60 [97.5]	36 [43.5]	0.09
Pain frequency ^c (days/months)	22.7 ± 7.3	22.6 ± 7.8	0.94
Medication frequency (days/months) ^c	2.5 [10]	1.5 [11]	0.92
Education level ^b			0.23
Primary Education (N)	9 (26.5)	7 (20.6)	
Secondary education (N)	8 (23.5)	4 (11.8)	
College education (N)	17 (50.0)	23 (67.6)	
Medication intake ^d			0.82
Yes (N)	18 (52.9)	19 (55.9)	
No (N)	16 (47.1)	17 (44.1)	

Values are presented as mean ± standard deviation, (median [interquartile range]) or number (N). BMI: Body Mass Index. Group 1: lower kinesthetic and visual motor imagery ability; Group 2: Higher kinesthetic and visual motor imagery ability.

^aIndependent Student's t-test.

^bChi-square test

^cU-Mann Whitney

^dP < 0.05.

higher kinesthetic and visual motor imagery ability. The median of the results obtained from the total MIQ-R was calculated with the purpose of classifying the total sample (me, 46.5). The mean and standard deviation of the sample was 37.68 ± 5.22 for the lower kinesthetic and visual motor imagery ability group, and 50.69 ± 3.03 for the higher kinesthetic and visual motor imagery ability group. Statistically significant differences were found between groups with a large effect size ($P < 0.001$; d, -3.04). Table 1 shows all of control variables, such as body mass index, frequency of pain, symptoms duration, frequency of medication use, educational level, and medication intake.

Comparison Between Groups

The Student t-test for independent measures showed significant statistical differences in the hypothesis contrast for self-efficacy level (t, -2.02; $P = 0.04$; d, 0.47) between study groups. As it is presented in Table 2, there was significant statistical differences between patients with lower kinesthetic and visual motor imagery ability versus patients with higher kinesthetic and visual motor imagery ability in lumbar strength (t, -2.06; $P = 0.04$; d, 0.46) and in the extensor endurance (t, -2.27; $P = 0.02$; d, 0.52). However, the variables of disability, fear of movement, depression, and pain intensity showed

no significant statistical differences ($P > 0.05$), except the variable of anxiety (t, 2.06; $P = 0.04$; d, 0.47).

Correlation Analysis

The Pearson correlation coefficient showed moderate and significant statistical correlations for some variables segmented by study group. In patients with lower kinesthetic and visual motor imagery ability, the strongest significant statistical correlations were between fear of movement and medication intake (r, 0.42; $P < 0.01$), between fear of movement and self-efficacy (r, -0.44; $P < 0.01$), between self-efficacy and depression (r, -0.51; $P < 0.01$), and finally between self-efficacy and lumbar strength (r, 0.49; $P < 0.01$).

In patients with higher kinesthetic and visual motor imagery ability, the strongest significant statistical correlations were presented between self-efficacy and depression (r, -0.39; $P = 0.02$), and between lumbar strength and extensor endurance (r, 0.55; $P < 0.01$).

Time Factor Comparisons (Lower Kinesthetic and Visual Motor Imagery Ability)

The Student t-test for dependent measures showed significant statistical differences in time factor in kinesthetic (t, -4.27; $P < 0.01$; d, 0.80) and visual motor imagery (t, -4.17; $P < 0.01$; d, 0.76) ability as presented

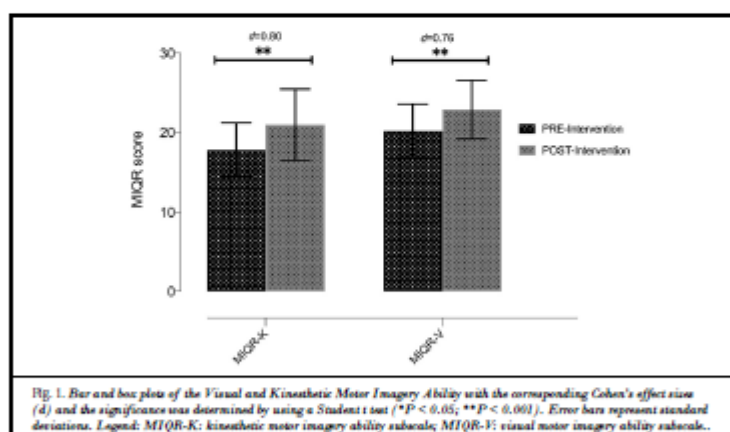
Pain Physician: July/August 2020 23:E399-E408

Table 2. Comparative data between groups

	Group 1 (n = 34)	Group 2 (n = 34)	Mean Differences (95% CI); Effect size (d)
Pain intensity	4.8 ± 1.5	4.7 ± 1.4	0.21 (-0.65 to 0.69) d = 0.07
Self-efficacy level	135.2 ± 35.2	149.9 ± 28.5	-14.67 (-29.15 to -0.19) [§] d = 0.47
Low back disability	6.5 ± 5.9	6.3 ± 4.8	-0.05 (-2.03 to 1.93) d = 0.01
Fear of movement	27.9 ± 6.1	25.8 ± 5.8	2.07 (-0.64 to 4.79) d = 0.35
Anxiety	8.1 ± 4.4	6.2 ± 3.7	0.93 (0.06 to 3.77) [§] d = 0.47
Depression	4.5 ± 3.9	3.1 ± 2.9	1.36 (-0.20 to 2.94) d = 0.41
Lumbar Strength	41.9 ± 18.9	52.8 ± 27.7	-11.21 (-22.05 to -0.38) [§] d = 0.46
Extensor endurance (seconds)	32.9 ± 22.9	45.6 ± 25.7	-12.77 (-23.96 to -1.58) [§] d = 0.52
MIQR-KT	25.5 ± 15.1	14.9 ± 5.1	10.60 (5.38 to 15.82) ^{§§} d = 0.94
MIQR-VT	21.6 ± 12.2	13.7 ± 6.1	7.96 (3.51 to 12.41) ^{§§} d = 0.82

Group 1: lower kinesthetic and visual motor imagery ability; Group 2: Higher kinesthetic and visual motor imagery ability. MIQ-R: Revised Movement Imagery Questionnaire; MIQR-VT: Time employed in Visual subscale; MIQR-KT: Time employed in Kinesthetic subscale.

[§]P-value < 0.05; ^{§§}P-value < 0.01



In Fig. 1. Also, as significant statistical differences in time factor were found in lumbar strength (t, -7.11; P < 0.01; d, 0.71), extensor endurance (t, -9.34; P < 0.01; d, 1.12), and pain intensity (t, 12.56; P < 0.01; d, 1.99). However, no significant statistical differences in time factor were found for self-efficacy level (t, -1.45; P = 0.15; d, 0.26).

Figure 2 represented the results of the Visual and Kinesthetic imagery requested time.

Finally, the variables of disability, fear of movement, anxiety, and depression showed significant statistical differences in time factor with a medium to large effect size (Table 3). No adverse effects from the

Mental Practice on Physiotherapy Treatment in Chronic, Non-Specific Low Back Pain

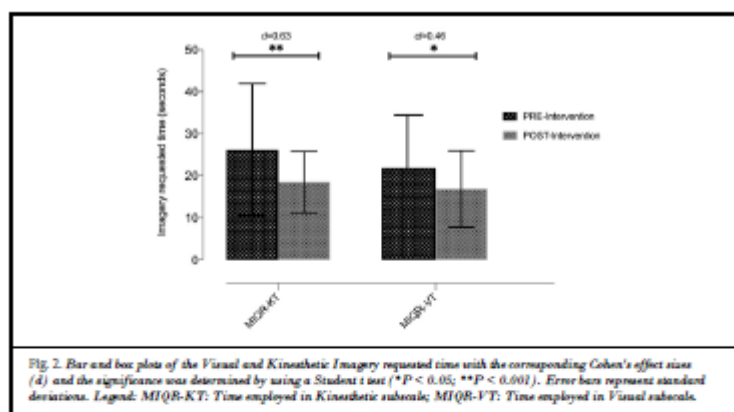


Table 3. Comparative data of the lower kinesthetic and visual motor imagery ability group pre and post intervention.

	Mean \pm SD pre intervention	Mean \pm SD post intervention	Mean Differences (95% CI); Effect size (<i>d</i>)
Pain intensity	4.8 \pm 1.5	1.6 \pm 1.7	3.2 (2.57 to 3.56) ^{***} <i>d</i> = 1.99
Self-efficacy level	135.2 \pm 35.2	146.4 \pm 51.6	-11.2 (-27.48 to 4.51) ^{ns} <i>d</i> = 0.26
Low back disability	6.5 \pm 3.9	1.8 \pm 1.7	4.5 (3.26 to 5.51) ^{***} <i>d</i> = 1.50
Fear of movement	27.9 \pm 6.1	16.8 \pm 6.5	11.1 (8.12 to 14.04) ^{***} <i>d</i> = 1.76
Anxiety	8.1 \pm 4.4	5.7 \pm 3.8	2.4 (1.12 to 3.27) ^{***} <i>d</i> = 0.58
Depression	4.5 \pm 3.9	2.8 \pm 3.3	1.7 (0.44 to 2.56) ^{***} <i>d</i> = 0.47
Lumbar Strength	41.9 \pm 18.9	57.4 \pm 24.5	-15.5 (-19.31 to -10.72) ^{***} <i>d</i> = 0.71
Endurance endurance (seconds)	32.9 \pm 22.9	62.2 \pm 28.9	-29.3 (-33.66 to -21.62) ^{***} <i>d</i> = 1.12

^{ns} *P*-value < 0.05; ^{***} *P*-value < 0.001

intervention were recorded. There were also no losses or dropouts from treatment.

DISCUSSION

Differences in the Ability to Generate MIab

In 1996, motor imagery was defined as a dynamic mental process of internally representing an action, without the actual motor movement (27,28). It is about the mental recreation of an experience that implies the sensory, perceptual, and affective participation, so within a motor imagery process there will be a cogni-

tive and affective participation (29). Motor imagery can be employed to improve motor performance and learn motor tasks, inducing the activation of various cortical areas, affecting the central nervous system and causing changes in the brain (30). The results of this study show that patients with CLBP and a lesser ability to generate MIab (kinesthetic and visual) had lower levels of self-efficacy compared with those who had a greater ability to generate MIab.

Related to these results, La Touche et al (3) found positive associations between higher levels of self-efficacy and a greater ability to generate MIab. The au-

thors also found negative associations between a lower ability to generate MIab and higher levels of disability and fear of movement.

CLBP is the muscle-skeletal disorder with the highest levels of disability, and a number of studies have found a close relationship between high levels of disability and low self-efficacy (31,32). Duray et al (32) and La Touche et al (33) also found that the presence of higher levels of self-efficacy in patients with CLBP determined better active coping strategies, motivating patients toward better physical condition in terms of higher physical activity levels, higher functional reach, greater active mobility range, and a lower presence of somatosensory disorders.

The results of the present study agree with the findings in the current scientific literature, given that the patients with lesser ability to generate MIab and lower levels of self-efficacy had significantly lower scores in the physical variables, such as lumbar strength and resistance strength, using the extensor resistance test. Self-efficacy therefore appears to not only motivate behaviors toward higher physical activity levels and better physical condition but also appears to be relevant to the ability to generate MIab.

However, the role of somatosensory variables should also be analyzed to extract more solid conclusions, given that Catley et al (34) found a deficiency in tactile acuity in patients with chronic pain, including patients with CLBP. In addition, Moseley et al (35) found that patients with CLBP showed an altered representation of vibrotactile stimulation related to a modified central processing mechanism, thereby suggesting an altered cortical representation of the painful area of the body. It has been proposed that these sensitivity disorders could be a manifestation of a change in body perception related to the cortical changes in patients with CLBP (36). This hypothesis is worth considering because the set of afferents and the integration of somatosensory information are key aspects in the generation of MIab, especially in the kinesthetic modality (37). Patients with lower self-efficacy might also have greater somatosensory disorders than patients with higher levels of self-efficacy. However, the present study did not include the assessment of various somatosensory variables, such as 2-point discrimination and temporal summation, and this should perhaps be considered a limitation.

Approach Based on TE and TED

The results of this study showed that the patient

group that underwent the intervention presented less low back strength, less low back resistance, lower MIQ-R scores, and lower self-efficacy levels when compared with the patient group with a greater ability to generate kinesthetic and visual motor imagery.

The treatment based on 8 sessions that combined TED and TE was shown to be effective 1 month after the intervention in increasing strength and low back resistance, as well as MIQ-R scores.

In addition to the strategies for modifying beliefs and increasing self-efficacy, techniques such as motor imagery and the observation of actions, were included in the TED. Action observation is defined as a technique that evokes real-time internal motor simulation of the movements that the individual perceives visually (38). These techniques are employed when patients present limitations of movement, pain, and/or fear of movement. These techniques activate the same neurocognitive mechanisms (planning and execution) that are engaged in real-life actions.

In line with the results of this study, Losana-Ferrer et al (39) recently concluded that motor imagery and action observation, combined with a hand grip strength program, were effective techniques for increasing strength when compared with a control group that included only the hand grip strength program. The authors found no articles in the literature regarding patients with NCLBP, but did find one on chronic pain conditions with central sensitization (40). A recent case report in which the treatment included pain neuroscience education and motor imagery observed a decrease in pain and disability and increased grip strength and range of motion.

In terms of improving endurance and strength in patients with CLBP, it has been observed that exercise programs show a beneficial effect on strength and resistance (41).

Cognitive behavioral therapy that includes education has been suggested as a means to block pain from entering the consciousness through the activation of the frontal limbic attention system to inhibit the transmission of pain impulses in the tertiary neurons (thalamus to cortical structures), showing that central nervous system activity changes in response to changes in thought patterns (42). It is therefore possible that adding these treatment techniques to TE can improve low back strength and resistance.

Finally, one issue to consider is the estimation of the cost that this type of intervention may entail. In this regard, a recent meta-analysis in relation to the

Mental Practice on Physiotherapy Treatment In Chronic, Non-Specific Low Back Pain

topic determines that more economic evaluations are needed to determine a more specific cost-utility estimate. What has been observed is that intervention in this population through TE is not more cost-effective than the usual intervention (43).

Limitations

The present study has a number of limitations that should be considered. First, the study had a quasixperimental design and a bias selection; however, the study's objective consisted of performing a nonprobabilistic sampling. It would have been interesting to assess the somatosensory variables to more conclusively analyze the relationship between these variables and self-efficacy, the physical variables, and their influence on the ability to generate Miab, especially in the kinesthetic modality.

One of the main problems we are facing is adherence to exercise. In this study, we have not evaluated the medium and long term, but a study published this year in which a similar intervention was performed showed that patients who received TED and TE maintained the same benefits at 3 months of follow-up (44). In addition, another recent study in the same population with an intervention, such as what was described

In this research, observed an improvement in disability but not pain at 6 months and 12 months of follow-up of the patients (45).

CONCLUSIONS

Based on the results, the patients with NCLBP with lesser ability to generate Miab achieved lower levels of self-efficacy and lower strength levels. The most relevant association was found between lower levels of self-efficacy and lower lumbar strength in the group with a lesser ability to generate Miab. In conclusion, a clinical TE approach, based on stabilization exercises and lumbar-pelvic motor control, in addition to a TED program, resulted in significant improvements in the ability to generate motor imagery (both kinesthetic and visual), as well as reduced pain intensity, increased lumbar strength, reduced disability, and improved psychological variables, but no significant improvements in self-efficacy levels in the patients with NCLBP.

Acknowledgments

The authors thank the Centro Superior de Estudios Universitarios (CSEU) La Salle for making this study possible, as well as all the patients in the study.

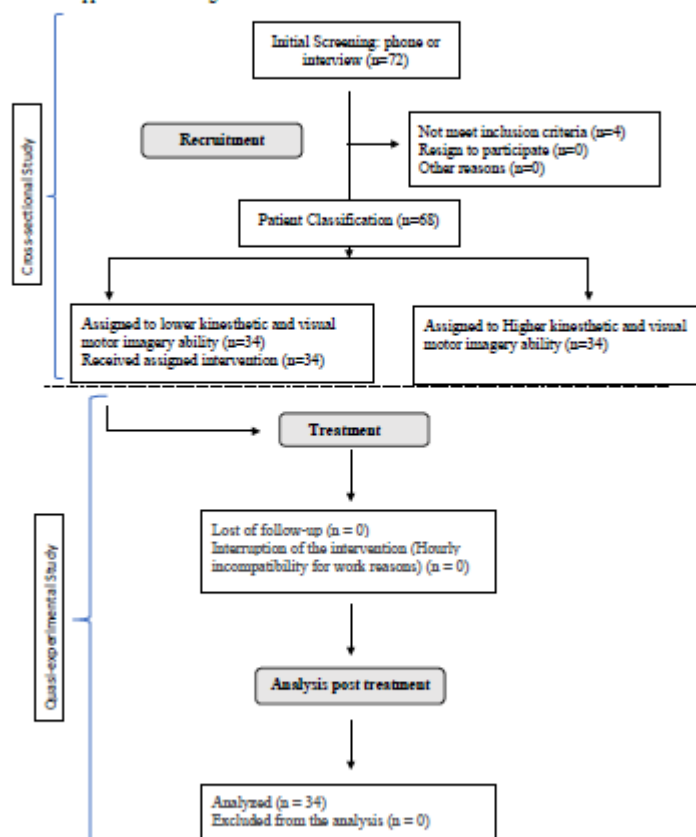
REFERENCES

1. Hoy D, Bain C, Williams G, et al. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis Rheum* 2012; 64:2028-2037.
2. Hashmi JA, Baliki MN, Huang L, et al. Shape shifting pain: Chronification of back pain shifts brain representation from nociceptive to emotional circuits. *Brain* 2013; 136:2753-2768.
3. La Touche R, Grande-Alonso M, Cuenca-Martínez F, González-Ferraz L, Suso-Martí L, Paria-Alemán A. Diminished kinesthetic and visual motor imagery ability in adults with chronic low back pain. *Mental task and chronic low back pain. JM R* 2018; 18:3033-3035.
4. Saruco E, Guillot A, Sainpont A, et al. Motor imagery ability of patients with lower-limb amputation: Exploring the course of rehabilitation effects. *Eur J Phys Rehabil Med* 2017; 51:1-9.
5. Gracow JD, Fredrickson BE, Apkarian AV. Brain chemistry reflects dual states of pain and anxiety in chronic low back pain. *J Neural Transm* 2002; 109:1309-1334.
6. Lloyd D, Findlay G, Roberts N, Nurmikko T. Differences in low back pain behavior are reflected in the cardiac response to tactile stimulation of the lower back. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008; 33:1370-1372.
7. Sullivan MJL, Thibault D, Andriksyte J, Butler H, Catchlove R, Larkins C. Psychological influences on repetition-induced summation of activity-related pain in patients with chronic low back pain. *Pain* 2009; 145:70-78.
8. Faber K, Heron M, Grapo R, et al. Effects of a multidisciplinary programme on postural stability in patients with chronic recurrent low back pain: Preliminary findings. *Eur Spine J* 2016; 25:1210-1225.
9. Guzman J. Multidisciplinary rehabilitation for chronic low back pain: Systematic review. *BMJ* 2002; 325:1515-1516.
10. von Elm E, Altman DG, Egger M, et al. The Strengthening of Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: Guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol* 2007; 60:344-349.
11. Martín-Aragón Colubert M, Pastor Mira M de los A, Rodríguez Marín J, et al. Percepción de autoeficacia en dolor crónico: Adaptación y validación de la Chronic Pain Self-Efficacy Scale. *Rev Psicol Salud* 1999; 12:73-75.
12. Andemon KD, Dowds BN, Pellets RE, Edwards TW, Posters-Adourian C. Development and initial validation of a scale to measure self-efficacy beliefs in patients with chronic pain. *Pain* 1995; 65:77-83.
13. Campos A, González MA. Spanish version of the revised movement image questionnaire (MIQ-R): Psychometric properties and validation. *Rev Psicol Del Deporte* 2000; 10:265-275.
14. Williams SE, Guillot A, Di Rienzo F, Cumming J. Comparing self-report and mental chronometry measures of motor imagery ability. *Eur J Sport Sci* 2015; 37:703-712.

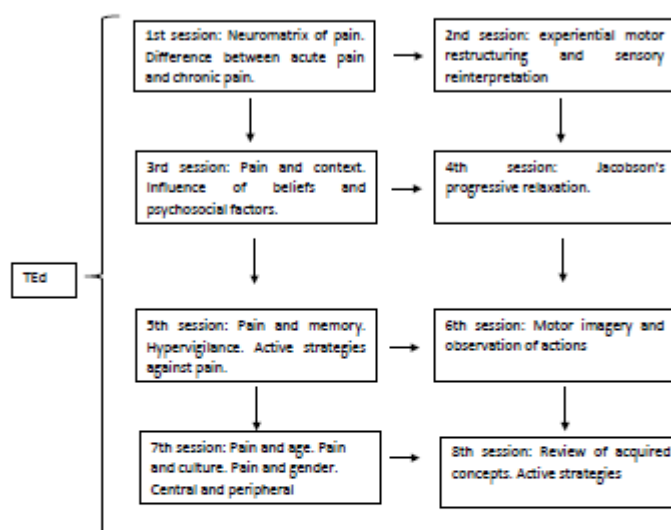
15. Bijl R, Silver W, Gallagher EJ. Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Acad Emerg Med* 2001; 8:1133-1135.
16. Ostelo RWGJ, Deyo RA, Stratford P, et al. Interpreting change scores for pain and functional status in low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008; 33:90-94.
17. Kovacs FM, Uobers J, Gil Del Real MT, et al. Validation of the Spanish version of the Roland-Morris Questionnaire. *Spine (Phila Pa 1976)* 2002; 27:561-562.
18. Stratford PW, Birkley J, Solomon P, Finch E, Gil C, Monland J. Defining the minimum level of detectable change for the roland morris questionnaire. *Phys Ther* 1996; 76:339-345.
19. Hagidou EG, O'Brien MA, Piernowski MR, de Las Heras E, Patel M, Patel T. Fear and avoidance of movement in people with chronic pain: Psychometric properties of the 11-item Tampa Scale for Kinesiophobia (TSK-11). *Physiother Can* 2012; 64:233-242.
20. Gómez-Pérez L, López-Martínez AE, Ruiz-Pérraga GT. Psychometric properties of the Spanish version of the Tampa Scale for Kinesiophobia (TSK). *J Pain* 2012; 12:429-435.
21. De Las Cuevas-Castresana C, García-Estrada Pérez A, González de Rivera J. "Hospital Anxiety and Depression Scale" y psicopatología afectiva. *An Psiquiatr* 1999; 12:136-139.
22. Hermann C. International experiences with the hospital anxiety and depression scale: A review of validation data and clinical results. *J Psychosom Res* 1997; 42:39-42.
23. Coldwells A, Atkinson G, Bailey T. Sources of variation in back and leg dynamometry. *Ergonomics* 1994; 37:79-86.
24. Morris CE, Green BN, Johnson CD, Susan R. Isometric back extension endurance tests: A review of the literature. *J Manip Physiol Ther* 2001; 24:110-122.
25. Ito T, Shirado O, Suzuki H, Takahashi M, Kaneda K, Ström T. Lumbar trunk muscle endurance testing: An isopneumatic. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77:737-74.
26. Cohen J. 1988. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Second edition. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
27. Decety J. The neurophysiological basis of motor imagery. *Behav Brain Res* 1996; 71:43-52.
28. Guillot A, Collet C. Construction of the motor imagery integrative model in sport: A review and theoretical investigation of motor imagery use. *Int Rev Sport Exerc Psychol* 2008; 1:33-44.
29. Morris T, Spittle M, Watt AR. *Imagery in Sport*. Champaign, IL, Human Kinetics, 2009.
30. Dickstein R, Deutsch JE. Motor imagery in physical therapist practice. *Phys Ther* 2007; 87:949-953.
31. Baena-Bento PA, Delgado-Fernández M, Artero EG, Robles-Fuentes A, Gaito-Carda MC, Arroyo-Morales M. Disability predictors in chronic low back pain after aquatic exercise. *Am J Phys Med Rehabil* 2014; 93:609-613.
32. Duray M, Yagci N, Ok N. Determination of physical parameters associated with self-efficacy in patients with chronic mechanic low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2008; 31:343-348.
33. La Touche R, Grande-Alonso M, Armijo-Prieto P, Paris-Allemany A. How does self-efficacy influence pain perception, postural stability and range of motion in individuals with chronic low back pain? *Pain Physician* 2009; 11:11-14.
34. Catley MJ, O'Connell NE, Berryman C, Ayhan FF, Mooney GL. Is tactile acuity altered in people with chronic pain? A systematic review and meta-analysis. *J Pain* 2014; 15:989-1000.
35. Mooney GL, Gallagher L, Gallace A. Neglect-like tactile dysfunction in chronic back pain. *Neurology* 2012; 79:320-322.
36. Hodges PW, Mooney GL. Pain and motor control of the lumbopelvic region: Effect and possible mechanisms. *J Electromyogr Kinesiol* 2009; 19:360-370.
37. Filgueiras A, Quintas Conde EF, Hall CC. The neural basis of kinesthetic and visual imagery in sports: An ALE meta-analysis. *Brain Imaging Behav* 2008; 12:1333-1339.
38. Rizzolatti G, Sinigaglia C. The functional role of the parieto-frontal mirror circuit: Interpretations and misinterpretations. *Nat Rev Neurosci* 2010; 11:264-274.
39. Lozano-Ferrer A, Marcanas-López S, Cuervo-Martínez F, Paris-Allemany A, La Touche R. Effects of motor imagery and action observation on hand grip strength, electromyographic activity and intramuscular oxygenation in the hand gripping gesture: A randomized controlled trial. *Hum Mov Sci* 2008; 27:1229-1232.
40. Anderson B, Meyer V. Treatment of a patient with central pain sensitization using graded motor imagery principles: A case report. *J Chiropr Med* 2008; 12:254-261.
41. Searle A, Spink M, Ho A, Chuter V. Exercise interventions for the treatment of chronic low back pain: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Clin Rehabil* 2015; 29:1133-1149.
42. Sciviani SJ, Khawaja SN, Bania PE. Nonsurgical management of pediatric temporomandibular joint dysfunction. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2001; 39:33-45.
43. Miyamoto GC, Lin CC, Cabral CMN, van Dongen JM, van Tulder MW. Cost-effectiveness of exercise therapy in the treatment of non-specific neck pain and low back pain: A systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med* 2019; 53:472-481.
44. Grande-Alonso M, Suso-Martí L, Cuervo-Martínez F, Pardo-Montoro J, Gil-Martínez A, La Touche R. Physiotherapy based on a biobehavioral approach with or without orthopedic manual physical therapy in the treatment of nonspecific chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Pain Med* 2019; 20:1950-1960.
45. O'Keefe M, O'Sullivan P, Purtill H, Bagnay N, O'Sullivan K. Cognitive functional therapy compared with a group based exercise and education intervention for chronic low back pain: A multicentre randomised controlled trial (RCT). *Br J Sports Med* 2019 Oct 19 [Epub ahead of print].

Mental Practice on Physiotherapy Treatment In Chronic, Non-Specific Low Back Pain

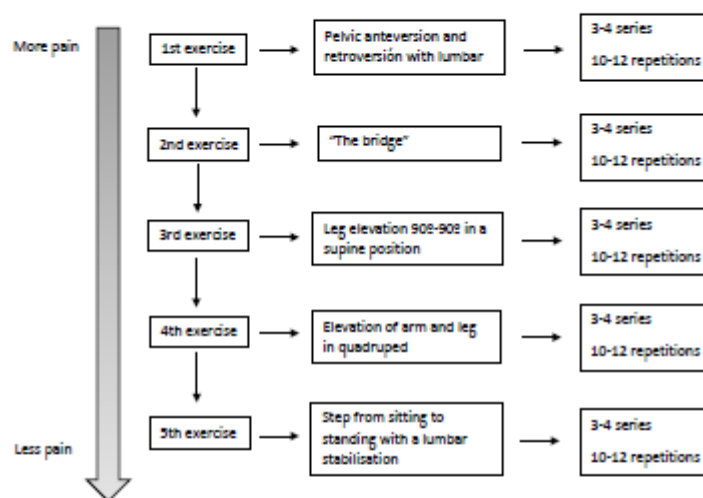
Appendix 1: Flow diagram.



Appendix 2. TEd training protocol



Appendix 3. Therapeutic Exercise Protocol



6.4 Estudio IV

Grande-Alonso, M., Suso-Martí, L., Cuenca-Martínez, F., Pardo-Montero, J., Gil-Martínez, A & La Touche, R. (2019). Physiotherapy Based on a Biobehavioral Approach with or Without Orthopedic Manual Physical Therapy in the Treatment of Nonspecific Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Pain Medicine*, 20(12), 2571-2587.

Objetivo principal del estudio:

El principal objetivo de esta investigación fue comparar la eficacia de un enfoque de bioconductual con o sin TM sobre la intensidad y frecuencia del dolor en pacientes diagnosticados con DLCI en un seguimiento de tres meses.

Objetivo secundario del estudio:

El objetivo secundario fue evaluar la eficacia de estas intervenciones sobre variables somatosensoriales, físicas y psicológicas en pacientes con DLCI a los tres meses de seguimiento.

Resultados

En ambos grupos, el tratamiento fue eficaz, presentando diferencias significativas intragrupo para todas las variables con respecto al factor tiempo. No hubo diferencias significativas entre los grupos en cuanto a la intensidad y la frecuencia del dolor, con un tamaño del efecto grande ($>0,80$). Tampoco hubo diferencias significativas entre los grupos en las variables secundarias durante el mismo período de seguimiento.

Conclusión

Los resultados de este estudio sugieren que la TM no aumenta los efectos de un tratamiento basado en ET y EdT a corto o medio plazo, pero estos resultados deben interpretarse con precaución.

Physiotherapy Based on a Biobehavioral Approach with or Without Orthopedic Manual Physical Therapy in the Treatment of Nonspecific Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial

Mónica Grande-Alonso, MSc,^{*,†} Luis Suso-Martí, MSc,^{*,§} Ferran Cuenca-Martínez, MSc,^{*,†} Joaquín Pardo-Montero, PhD,^{*,†,¶,||} Alfonso Gil-Martínez, PhD,^{*,†,¶,||} and Roy La Touche, PhD^{*,†,¶,||}

^{*}Departamento de Fisioterapia, Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Universidad Autónoma de Madrid, Aravaca, Madrid, Spain; [†]Motion in Brains Research Group, Departamento de Fisioterapia, Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Universidad Autónoma de Madrid, Aravaca, Madrid, Spain; [‡]Motion in Brains Research Group, Institute of Neuroscience and Sciences of the Movement (INCIMOV), Departamento de Fisioterapia, Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Universidad Autónoma de Madrid, Aravaca, Madrid, Spain; [§]Department of Physiotherapy, Universidad Cardenal Herrera-CEU, CEU Universities, Valencia, Spain; [¶]Instituto de Neurociencia y Dolor Craneofacial (INDCRAN), Madrid, España; ^{||}Instituto de Investigación Sanitaria del Hospital Universitario La Paz (IdiPAZ), Madrid, España

Correspondence to: Roy La Touche, PhD, Facultad de Ciencias de la Salud, Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Calle La Salle, No. 10, 28023 Madrid, Spain. Tel: +34-91-740-19-80; Fax: +34-91-357-17-30; E-mail: roylatouche@yahoo.es.

Funding sources: This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflicts of interest: The authors declare that they have no conflicts of interest.

Abstract

Objective. To compare the effectiveness of a biobehavioral approach with and without orthopedic manual physical therapy on the intensity and frequency of pain in patients diagnosed with nonspecific chronic low back pain. **Methods.** A single-blind randomized controlled trial. Fifty patients were randomly allocated into two groups: one group received biobehavioral therapy with orthopedic manual physical therapy, and the other group received only biobehavioral therapy. Both groups completed a total of eight sessions, with a frequency of two sessions per week. The somatosensory, physical, and psychological variables were recorded at baseline and during the first and third month after initiation of treatment. **Results.** In both groups, the treatment was effective, presenting significant differences for all the variables in the time factor. There were no significant differences between groups in intensity or frequency of pain, with a large effect size (>0.80), but there were intragroup differences for both intervention groups at one- and three-month follow-up. There were also no significant differences between groups in the secondary variables during the same follow-up period. **Conclusions.** The results of this study suggest that orthopedic manual physical therapy does not increase the effects of a treatment based on biobehavioral therapy in the short or medium term, but these results should be interpreted with caution.

Key Words: Nonspecific Chronic Low Back Pain; Biobehavioral Approach; Chronic Pain; Physical Therapy; Coping Skills

Introduction

Low back pain (LBP) is the most prevalent musculoskeletal problem and the main cause of disability in society [1–3]. Current research supports that this problem carries a high incidence of chronicity, which entails a great socioeconomic cost [2].

Chronic low back pain (CLBP) that is not preceded by any pathology is referred to as nonspecific CLBP. It

accounts for 90% of cases according to the World Health Organization [1].

For decades, the diagnosis of LBP has been pathoanatomical. However, several research studies have determined that imaging findings do not correlate with the patient's perceived disability and pain [2].

Patients with CLBP have been shown to present alterations in processing information through the central nervous system [4]. The influence of psychological and

disability factors might contribute to the development of some maladaptive neuroplastic changes at the medullary and supramedullary levels, which could be the reason for recurrence of pain [4,5].

There are many therapeutic options for the treatment of CLBP. Orthopedic manual physical therapy, therapeutic exercise, and therapeutic patient education have independently been shown to have beneficial effects in patients with CLBP, but they differ in the maintenance of mid- to long-term change.

The application of orthopedic manual physical therapy in patients with CLBP has been demonstrated to be a powerful tool in the modulation of pain. However, it has been observed that the effects produced are maintained only in the short term [6–8].

On the other hand, many studies have shown that the application of therapeutic exercise in this population produces a maintenance of change for the medium term [9, 10]. Changes generated by therapeutic exercise are produced by some neuromodulatory mechanisms, such as the analgesia produced by the opioid route or the analgesia produced by releasing endogenous cannabinoids [11–15].

At the same time, therapeutic patient education is a tool that aims to change the maladaptive beliefs that may interfere with the perception of pain. It provides the patient with coping skills and strategies [16,17].

The biobehavioral approach has been shown to be effective in several conditions of chronic musculoskeletal pain [18–22]. The objective of biobehavioral intervention is to change the pain experience, considering three response systems of emotional experiences (behavior, cognition, or physiological reactivity) [23–25].

Multidisciplinary and transdisciplinary interventions that integrate Cognitive Behavioral Therapy with other approaches may represent the future direction of the management of chronic back pain, with treatments modified for specific circumstances and stakeholders [18].

On the one hand, behavioral treatment is based on operant conditioning. It promotes, in patients with chronic pain, an increase of activity levels, caused by various types of positive reinforcement [22], and it is important also because it deals with problematic pain behaviors [21]. Operant theory hypothesizes that all behavior is sensitive to the effects of environmental responses to that behavior. Then, cognitive treatment deals with those maladaptive beliefs that produce an exacerbation and the recurrence of symptoms, and it is performed by using cognitive distraction techniques and sensory-motor restructuring in order to change the patient's pain expectations; it is closely related to information that a patient learns during Therapeutic Patient Education [19,20].

On the other hand, physiological reactivity treatment uses progressive relaxation, decreasing arousal and sympathetic activation [21]. Frequent cooccurrence of the unconditioned stimulus of pain with innocuous stimuli (conditioned stimuli) that are present simultaneously

with the painful stimulation leads to the development of pain-related responses to these formerly neutral stimuli [26]. Relaxation or similar techniques are aimed at producing classical disappearance of these relationships. Relaxation is often used in pain treatments [27].

The main objective of this research was to compare the effectiveness of a biobehavioral approach with and without orthopedic manual physical therapy on the intensity and frequency of pain in patients diagnosed with nonspecific CLBP at three-month follow-up. The secondary objective was to evaluate the effectiveness of these interventions on somatosensory, physical, and psychological variables.

Methods

Study Design

This study was a single-blind randomized controlled study. The sample was composed of patients with nonspecific CLBP. The study protocol follows the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) statement on randomized trials of nonpharmacological treatment. As recommended by the CONSORT guidelines, Figure 1 presents a flow diagram for this trial [28].

All procedures were approved by the Ethics Committee of La Paz University Hospital (PI-2567) and conform to the regulations of the Declaration of Helsinki.

After receiving detailed information about the study, all participants provided written informed consent.

Recruitment of Participants

A total of 50 patients with nonspecific CLBP diagnosis were randomly allocated into one of two parallel treatment groups using GraphPad software (GraphPad Software Inc, La Jolla, CA, USA). The patients were recruited from the La Salle University Centre for Advanced Studies between February 2017 and June 2018. Patients with nonspecific CLBP were selected if they met the inclusion criteria, defined by National Institute for Health and Care Excellence (NICE) in the LBP guidelines as a “tension, soreness and/or stiffness in the lower back region for which it is not possible to identify a specific cause of the pain. Several structures in the back, including the joints, discs and connective tissues, may contribute to symptoms” [29]. The inclusion criteria are as follows: a) LBP for at least the prior three months; b) LBP of nonspecific nature; c) men and women aged 18 to 65 years; d) LBP for at least 10 days per month; and e) an intensity of pain between 3 and 10 on the visual analog scale (VAS). The presence of any of the following resulted in exclusion: a) the presence of neurological signs (such as weakness perceived in the lower limbs); b) having undergone back surgery; c) specific spinal pathology; d) a recent trauma; e) pregnant women; f) illiteracy; g) understanding or communication difficulties; and h)

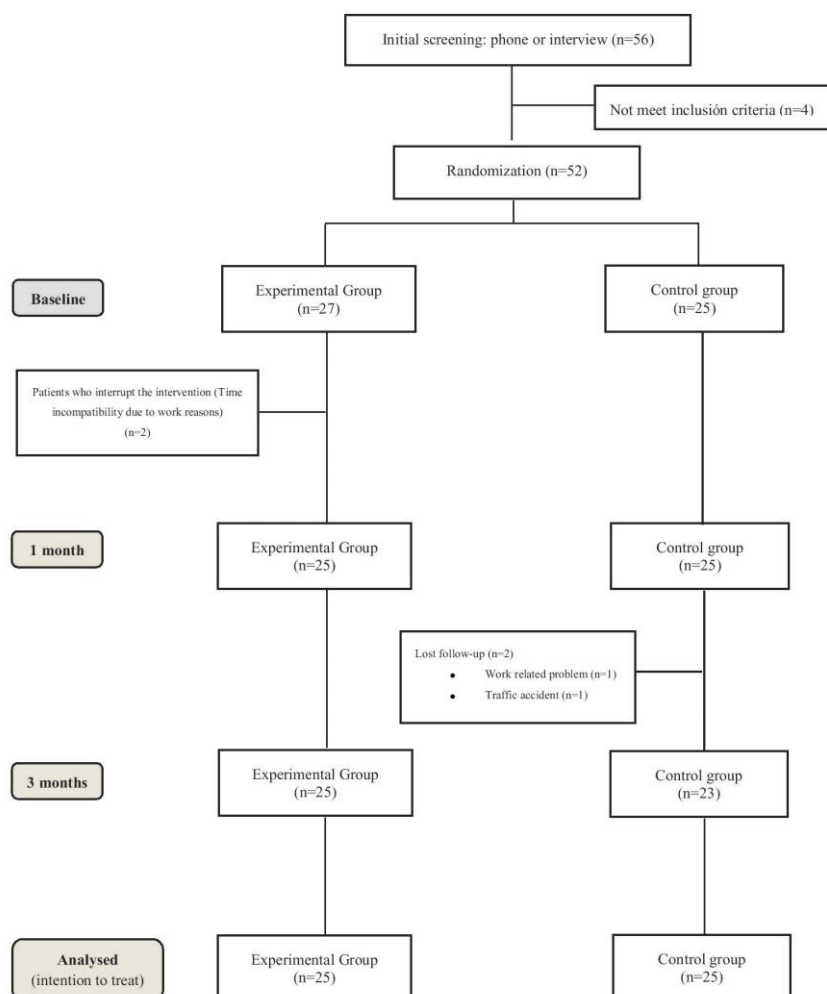


Figure 1. Study flow chart.

insufficient language comprehension to follow measurement instructions.

Procedure

After consenting to participate, all participants were given an initial evaluation; they received a sociodemographic questionnaire to complete on the day of measurement, including sex and education level data. Next, each participant had to complete a set of self-report measures, and finally, the patients received a manual physical examination, including an assessment of the lumbar region, an evaluation of their motor control, extensor endurance, temporal summation magnitude, and a two-point discrimination test. These self-reports and the physical testing were conducted on the day of the first measurement (pretreatment), at the end of the intervention (post-treatment), and at three-month follow-up.

Primary Outcome Measures

Pain Intensity

The VAS was used to measure pain intensity before and after each treatment. The VAS is a 100-mm line with two end points representing the extreme states of “no pain” and “the maximal pain imaginable.” It has been shown to have good retest reliability ($r = 0.94$, $P < 0.001$) and a minimal detectable change of 15.0 mm [30,31].

Frequency of Pain

The frequency of pain was evaluated by counting the days with pain during last month.

Intake and Frequency of Medication

Medication intake and frequency were evaluated by counting the days that the patient had taken medication for low back pain in the last month.

Secondary Outcome Measures

Temporal Summation Magnitude

In this test, Von Frey monofilaments were used. Patients were placed in a prone decubitus position on the stretcher, and measurements were taken 1 cm lateral to the spinous apophysis of L4 and in the lateral epicondyle of the nondominant forearm. Initially, a single stimulus was applied on these points, then the patient assessed the pain intensity of the stimulus using the VAS. After that, 10 rhythmic stimuli were applied on the same point, guided by a metronome at 60 bpm [32, 33]. The temporal summation effect on pain was calculated as the difference between the mean rating of the three repetitions of one stimulus and the mean rating of the three repetitions of 10 stimuli [34].

Two-Point Discrimination Test

A two-point discrimination test was performed with an esthesiometer. This test presented an intraclass correlation coefficient (ICC) of 0.81. Participants were positioned comfortably in a prone decubitus position. The evaluator made a mark 1 cm lateral to the spinous apophysis of L3 on the dominant side of the patient. Testing was commenced with callipers set at 70 mm based on a protocol detailed by Nolan [35]. The distance between the points was decreased by 10 mm until the patient was able to perceive only one point instead of two. Patients were instructed to say “one” when they felt one point or “two” when they felt two points. The evaluator made three measurements and calculated the total mean [36].

Extensor Endurance

Extensor endurance was evaluated with the Ito test. Patients were positioned in a prone decubitus position while holding their sternum off the floor. The evaluator placed a small pillow under the lower abdomen to decrease the lumbar lordosis [37]. The patients were instructed to maintain this position as long as possible, with a maximum of 300 seconds [37, 38]. The time (in seconds) in which participants maintained that position without claudication was registered. Patients with CLBP produced test-retest r values of 0.93 and 0.95 for men and women, respectively, and an ICC of 0.93 for both genders [37].

Motor Control

The motor control of the lumbar region was evaluated with a Stabiliser Pressure Biofeedback unit (Chattanooga Group Inc., Chattanooga, TN, USA). A modification of the neutral position test, developed by Azevedo et al. in 2013, was performed based on the stabilizer instructions; the measurement was based on a protocol validated in a previous study and presented an ICC of 0.94 (95% confidence interval = 0.87–0.97) [39]. Patients were positioned in a supine decubitus position with the stabilizer

in the lumbar region with an initial pressure of 40 mmHg and a knee flexion of 90°. They were then instructed to perform a 90° hip and knee flexion with one limb, and then performed the same with the opposite limb. According to the stabilizer's protocol of treatment, the pressure should increase between 8 and 10 mmHg during the exercise. The evaluator made three measurements and calculated the total mean [40].

Low Back Disability

Physical disability due to LBP was assessed using the Spanish version of the Roland-Morris Disability Questionnaire (RMDQ), which has been demonstrated as having acceptable psychometric properties [41]. The RMDQ is a 24-item self-administered questionnaire, and the total score ranges from 0 to 24, 24 being the score that marks the highest level of disability [41]. It has a Cronbach's alpha ranging between 0.84 and 0.93 and test-retest reliability ranging between 0.72 and 0.91. A two- to five-point change from baseline is considered clinically important [42, 43].

Pain-Related Fear of Movement

Pain-related fear of movement was assessed using the 11-item Spanish version of the Tampa Scale of Kinesiophobia, whose reliability and validity have been demonstrated (internal consistency, Cronbach's alpha = 0.78) [44]. The Tampa Scale of Kinesiophobia consists of two subscales, one related to Fear of Activity and the other related to Fear of Harm. The final score can range between 11 and 44 points, with higher scores indicating greater perceived kinesiophobia [44]. The minimal detectable change score was 5.6 (45).

Pain Catastrophizing

The Spanish version of the Pain Catastrophizing Scale assesses the degree of pain catastrophizing; it is a reliable and valid form of measurement. It is composed of 13 items, with a three-factor structure of Rumination, Magnification, and Helplessness that must be answered by a numeric value between 0 (not at all) and 4 (all the time), with a maximum score of 52 points; higher scores indicate greater pain catastrophizing [45]. The minimal detectable change was identified as 9.1 points [46].

Self-Efficacy

Self-efficacy was assessed through the Spanish version of the Chronic Pain Self-Efficacy Scale (CPSS), which has been demonstrated to have acceptable psychometric properties [47]. The scale was developed to measure perceived self-efficacy and ability to cope with the consequences of pain in chronic pain patients. This scale is a 19-item self-administered instrument with three domains that assess Self-Efficacy for Pain Management, Physical Functioning, and Coping with Symptoms, with higher scores indicating greater self-efficacy for managing pain

[47]. The CPSS presented a reliability of 0.88, 0.87, and 0.90 for the Pain Management subscale, Physical Functioning subscale, and Coping with Symptoms subscale, respectively [48].

Global Perception of Change

Global perception of change was assessed using the Global Rating of Change scale, in which the patient is asked to quantitatively assess the improvement experienced since the treatment began. The score fluctuates between -5 and +5, with -5 being "I have worsened dramatically," 0 being "I have not improved at all," and +5 being "I am completely recovered" [49].

Intervention

All the patients received eight treatment sessions for one month (twice per week). Each session was one-on-one, and there was a rest period of 48 to 72 hours between sessions. To be included in the analysis, each patient had to participate in at least seven sessions.

The control group (G_0) received a physiotherapy approach based on a biobehavioral paradigm. This approach consisted of therapeutic patient education for 20–25 minutes in sessions 1, 3, 5, 7, and 8, with the support of a PowerPoint presentation using diagrams, images, and text. The objectives of therapeutic patient education were to act on the patient's maladaptive coping beliefs, to promote active strategies, and to increase patient self-efficacy (Supplementary appendix 1). During sessions 2, 4, and 6, the therapist performed a review of the concepts acquired in the previous session. Biobehavioral strategies were implemented within therapeutic patient education: experiential motor restructuring (it is called experiential because it is used to check the patient's pain perceptions in order to disconfirm his/her pain expectations by using a distraction task while the patient performs a potentially painful movement), sensorial reinterpretation (this is a cognitive technique, in which the patient is forced to repeatedly to assess his/her pain in order to eliminate magnification biases), progressive Jacobson relaxation, and a program of observed action and motor imagery (Supplementary appendix 2). G_0 received a therapeutic exercise program, which was based on stabilization exercises of the lumbar region (synergy of the transverse muscle, multifidus, and pelvic floor muscles). Exercise sessions were individualized and supervised by the therapist. The therapeutic exercise program increased in difficulty and intensity in each session. All the patients were instructed to stop exercise when they experienced pain. The duration of the therapeutic exercise program was 20–25 minutes per session, and all patients were instructed to perform the therapeutic exercise program at home at least twice a week during treatment (Supplementary appendix 3).

The experimental group (G_1) received the same treatment as G_0 , in addition to an orthopedic manual physical

therapy protocol (Supplementary appendix 4). The protocol consisted of accessory mobilizations (posteroanterior), traction of the lumbar region, mobilization with movement in the coxofemoral joint, and global techniques of neural mobilization of the lumbar spine. The duration of the orthopedic manual physical therapy was 20–25 minutes per session. The therapist always performed the orthopedic manual physical therapy after the biobehavioral treatment.

Sample Size

The sample size and power calculations were performed using software from the Massachusetts General Hospital's (MGH's) Biostatistics Center (Boston, MA, USA). Pain intensity, measured with the VAS, was chosen as the primary outcome measure in this study. Calculations were based on a minimal detectable change of 15 mm in patients with low back pain [31], based on data obtained from the difference in means between pre- and postintervention and between both groups of a pilot study conducted in 15 patients with nonspecific CLBP. The experimental group received treatment based on therapeutic patient education, therapeutic exercise using a biobehavioral approach, and orthopedic manual physical therapy, while the control group received the same intervention without orthopedic physical manual therapy. Both groups received a total of eight sessions, with a frequency of two sessions per week. Assuming a standard deviation of 16.18 mm, two-tailed tests, and an alpha level of 0.5, a sample size of 42 participants was generated for the study in order to have 90% power to identify an effect. Allowing for a dropout rate of 20%, we planned to recruit at least 49 patients.

Data Analysis

The participants' sociodemographic and clinical variables were analyzed. The data were summarized using frequency counts, descriptive statistics, summary tables, and figures.

The data analysis was performed using the Statistics Package for Social Science (SPSS 20.00, IBM Inc., Armonk, NY, USA). The Shapiro-Wilk test was used for the normality tests. The chi-square test was used for the categorical variables, which are presented as frequency and percentage. The quantitative results of the study are represented by descriptive statistics (confidence interval, mean, and standard deviation). The analysis of variance (ANOVA) test for repeated measures was used to compare numerical variables. The factors analyzed were group and time (pre- and postintervention). Partial eta-squared (η_p^2) was calculated as a measure of effect size (strength of association) for each main effect and interaction in the ANOVAs, with 0.01–0.059 representing a small effect, 0.06–0.139 a medium effect, and >0.14 a large effect [50]. Tests of within-patient post hoc simple effects (i.e., changes in time for all variables for each

group separately) were performed by post hoc Bonferroni corrections.

The effect size (Cohen's *d*) was calculated for the main variables studied for multiple comparisons. According to the Cohen method, the magnitude of the effect could be considered small (0.20–0.49), medium (0.50–0.79), or large (>0.8). The significance level was set at 0.05 for all tests [50].

Results

A total of 56 patients with nonspecific CLBP were screened, 52 of whom met inclusion criteria. During the intervention, two patients from the experimental group had to leave the study for work reasons. A total of 50 patients agreed to participate in the study. Two dropouts were reported during the three months of follow-up, both from the control group. A flow chart representing the reasons why patients were lost during the three months of follow-up is presented in Figure 1.

An intention-to-treat analysis was carried out, maintaining the random distribution and using the result obtained from the last measurement made before the abandonment of the study.

All the patients were randomized and assigned into one of two groups: G_0 ($N=25$) or G_1 ($N=25$). All the variables presented a normal distribution. No statistically significant differences were found in sociodemographic data between groups (Table 1). No statistically significant differences were found between groups for any of the variables (Table 2).

Primary Outcome Measures

Intensity and Frequency of Pain

The ANOVA test showed statistically significant differences in pain intensity for time ($F=99.20$, $P<0.001$, $\eta^2=0.683$), but no time-by-group interaction was found ($F=0.488$, $P=0.581$, $\eta^2=0.011$). A post hoc analysis revealed significant intragroup differences in both groups at post-treatment and at three-month follow-up, with a large effect size for G_1 ($P<0.001$, $d=2.78$, and $d=1.85$, respectively) and for G_0 ($P<0.001$, $d=2.41$, and $d=1.82$, respectively).

Regarding pain frequency, statistically significant differences were obtained for time ($F=129.22$, $P<0.001$, $\eta^2=0.737$), but no time-by-group interaction was found ($F=2.006$, $P=0.14$, $\eta^2=0.042$). The post hoc analysis revealed significant intragroup differences in both groups, with a large effect size for G_1 at post-treatment ($P<0.001$, $d=1.17$) and at three-month follow-up ($P<0.001$, $d=1.63$) and for G_0 at post-treatment ($P<0.001$, $d=2.32$) and at three-month follow-up ($P<0.001$, $d=2.96$). In addition, only in the G_0 were significant differences found between post-treatment and three-month follow-up, with a moderate effect size ($P<0.05$, $d=0.71$) (Table 3).

Table 1. Descriptive statistics for demographic outcomes ($N=50$)

Measures	G_1 ($N=25$)	G_0 ($N=25$)	<i>P</i> Value, Independent-Samples Student <i>t</i> test or χ^2 Test
Age, y	39.88 \pm 13.20	38.29 \pm 13.10	0.671
BMI, kg/m ²	24.33 \pm 3.29	27.17 \pm 9.03	0.140
Gender			0.963
Male	11 (44)	11 (44)	
Female	14 (56)	14 (56)	
Educational level			0.589
Primary education	5 (20)	5 (20)	
Secondary education	2 (8)	4 (16)	
College education	18 (72)	16 (64)	
Marital status			0.349
Single	8 (32)	11 (44)	
Married	14 (56)	10 (40)	
Divorced	2 (8)	4 (16)	
Widow	1 (4)	0 (0.0)	
Low back pain duration, mo	71.46 \pm 95.45	82.75 \pm 102.51	0.689

Values are presented as mean \pm SD or number (%).

BMI = body mass index; G_0 = control group; G_1 = experimental group.

*Independent-samples Student *t* test.

[†] χ^2 test.

Intake and Frequency of Medication

Regarding the intake of medication, both groups showed a reduction in the intake of medication at three months of follow-up without presenting statistically significant differences between them ($P>0.05$). The control group reduced their intake of medication by 18.2%, and the experimental group by 23.1% (Figure 2).

Regarding the frequency of medication, by ANOVA there was a statistically significant difference for time ($F=9.15$, $P<0.001$, $\eta^2=0.166$), but no time-by-group interaction was found ($F=0.282$, $P=0.755$, $\eta^2=0.006$). The post hoc analysis revealed significant intragroup differences only in G_0 at post-treatment, with a large effect size ($P<0.01$, $d=0.93$) (Table 3).

Secondary Outcome Measures

Somatosensory Variables: Two-Point Discrimination and Temporal Summation

By ANOVA, there was a significant main effect of time ($F=75.76$, $P<0.001$, $\eta^2=0.622$) but not of time-by-group interaction ($F=2.311$, $P=0.105$, $\eta^2=0.048$). The post hoc analysis revealed significant intragroup differences in both groups, with a large effect size for G_1 at post-treatment ($P<0.001$, $d=1.22$) and at three-month follow-up ($P<0.001$, $d=1.93$) and for G_0 at post-treatment ($P<0.001$, $d=0.82$) and at three-month follow-up ($P<0.001$, $d=0.90$).

Regarding temporal summation, both in the lumbar region and in the forearm, ANOVA revealed a statistically significant difference of time ($F=21.39$, $P<0.001$,

Table 2. Baseline of descriptive statistics for primary and secondary outcomes

Measures	G ₁ (N = 25)	G ₀ (N = 25)	P Value
VAS	45.4 ± 10.8	50.0 ± 13.9	0.220
RMDQ	6.35 ± 4.75	5.25 ± 3.12	0.345
PF	21.88 ± 8.01	23.32 ± 5.98	0.579
L-TS	1.06 ± 0.96	1.22 ± 1.38	0.572
F-TS	0.52 ± 0.70	0.51 ± 0.89	0.979
SE	42.62 ± 26.78	41.89 ± 31.83	0.827
2-PD	5.88 ± 0.88	5.89 ± 1.34	0.927
MC	56.78 ± 9.02	58.13 ± 6.04	0.541
TSK-11			0.437
TSK-T	25.88 ± 5.96	27.55 ± 6.57	
TSK-FA	16.81 ± 3.62	17.46 ± 4.37	
TSK-FH	9.08 ± 3.23	9.79 ± 2.45	
PCS			0.611
PCS-T	15.46 ± 11.80	13.73 ± 8.85	
PCS-R	5.77 ± 4.40	5.29 ± 3.63	
PCS-M	3.42 ± 2.87	3.38 ± 2.31	
PCS-H	6.27 ± 5.93	5.29 ± 3.63	
CPSS			0.698
CPSS-T	145.54 ± 29.95	137.28 ± 35.35	
CPSS-CS	36.45 ± 10.11	32.81 ± 10.78	
CPSS-PF	52.16 ± 7.95	50.61 ± 12.42	
CPSS-PM	56.91 ± 15.93	53.85 ± 18.35	
Medication F	4.12 ± 8.25	5.91 ± 8.11	0.454

Values are presented as mean ± SD.

* $P < 0.05$.

2-PD = 2-point discrimination; CPSS-CS = Chronic Pain Self-Efficacy Scale Coping with Symptoms subscale; CPSS-PF = Chronic Pain Self-Efficacy Scale Physical Functioning subscale; CPSS-PM = Chronic Pain Self-Efficacy Scale Pain Management subscale; CPSS-T = Total Chronic Pain Self-Efficacy Scale; F-TS = left forearm temporal summation; G₀ = control group; G₁ = experimental group; L-TS = lumbar temporal summation; MC = motor control; Medication F = medication frequency; PCS-H = Pain Catastrophizing Scale Helplessness subscale; PCS-M = Pain Catastrophizing Scale Magnification subscale; PCS-R = Pain Catastrophizing Scale Rumination subscale; PCS-T = Total Pain Catastrophizing Scale; PF = pain frequency; RMDQ = Roland Morris Disability Questionnaire; SE = strength-endurance; TSK-FA = Tampa Scale of Kinesiophobia Fear of Activity subscale; TSK-FH = Tampa Scale of Kinesiophobia Fear of Harm subscale; TSK-T = Total Tampa Scale of Kinesiophobia; VAS = visual analog scale.

$\eta^2 = 0.317$; and G₀: $F = 12.35$, $P < 0.05$, $\eta^2 = 0.212$, respectively). The post hoc analysis of the lumbar region revealed significant intragroup differences in both groups at post-treatment and at three-month follow-up, with a large effect size for G₁ ($P < 0.01$, $d = 0.85$, and $d = 1.09$, respectively) and for G₀ ($P < 0.001$, $d = 0.86$, and $d = 0.92$, respectively). Regarding forearm temporal summation, significant intragroup differences were found at post-treatment and at the three-month follow-up for the G₁, with a moderate effect size ($P < 0.05$, $d = 0.66$, and $d = 0.78$, respectively), and only at post-treatment for the G₀, with a moderate effect size ($P < 0.05$, $d = 0.75$) (Table 4).

Physical Variables: Extensor Endurance and Motor Control

The ANOVA test showed a significant main effect of time in extensor endurance ($F = 33.51$, $P < 0.001$, $\eta^2 =$

0.422), but no significant differences were found for time-by-group interaction ($F = 0.10$, $P = 0.905$, $\eta^2 = 0.002$). The post hoc analysis revealed significant intragroup differences in G₁, with a large effect size at post-treatment ($P < 0.001$, $d = -0.98$) and at three-month follow-up ($P < 0.001$, $d = -1.31$). G₀ showed significant differences at post-treatment, with a moderate effect size ($P < 0.001$, $d = -0.73$), and also at three-month follow-up, with a large effect size ($P < 0.001$, $d = -0.84$).

Regarding motor control, statistically significant differences were found for time ($F = 27.39$, $P < 0.001$, $\eta^2 = 0.373$) but not for time-by-group interaction ($F = 1.81$, $P = 0.169$, $\eta^2 = 0.038$). The post hoc analysis revealed significant intragroup differences in G₁, with a small effect size at post-treatment ($P < 0.01$, $d = 0.46$) and at three-month follow-up ($P < 0.05$, $d = 0.41$), and also for G₀ at post-treatment ($P < 0.001$, $d = 1.04$) and at three-month follow-up ($P < 0.01$, $d = 0.90$), with a large effect size (Table 5).

Psychological Variables and Disability: Pain Catastrophizing, Pain-Related Fear, Chronic Pain Self-Efficacy, and Disability

Regarding pain catastrophizing, the ANOVA test showed a significant main effect of time ($F = 43.96$, $P < 0.001$, $\eta^2 = 0.489$) but no time-by-group interaction ($F = 0.32$, $P = 0.726$, $\eta^2 = 0.07$). The post hoc analysis revealed significant intragroup differences in both groups, with a large effect size for G₁ at post-treatment ($P < 0.001$, $d = 1.04$) and at three-month follow-up ($P < 0.001$, $d = 1.28$) and for G₀ at post-treatment ($P < 0.001$, $d = 1.07$) and at three-month follow-up ($P < 0.001$, $d = 1.45$). In relation to the PCS subscales, for the Magnification subscale, the ANOVA test revealed statistically significant differences of time ($F = 32.108$, $P < 0.001$, $\eta^2 = 0.411$); however, no time-by-group differences were found. Similar results were found for the Rumination ($F = 34.012$, $P < 0.001$, $\eta^2 = 0.425$) and Helplessness subscales ($F = 32.464$, $P < 0.001$, $\eta^2 = 0.414$) (Figure 3).

For pain-related fear, statistically significant differences were found for time ($F = 115.25$, $P < 0.001$, $\eta^2 = 0.715$) but not for time-by-group interaction ($F = 1.16$, $P = 0.318$, $\eta^2 = 0.025$). The post hoc analysis revealed significant intragroup differences in both groups, with a large effect size for G₁ at post-treatment ($P < 0.001$, $d = 1.58$) and at three-month follow-up ($P < 0.001$, $d = 1.42$) and for G₀ at post-treatment ($P < 0.001$, $d = 1.54$) and at three-month follow-up ($P < 0.001$, $d = 1.57$). In relation to the TSK-11 subscales, for the Fear of Activity subscale, the ANOVA test revealed a significant main effect of time ($F = 24.448$, $P < 0.001$, $\eta^2 = 0.527$) but no time-by-group interaction. Similar results were found for the Fear of Harm subscale ($F = 34.669$, $P < 0.001$, $\eta^2 = 0.612$) (Figure 4).

Regarding the CPSS, the ANOVA test showed statistically significant differences for time ($F = 40.28$, $P < 0.001$, $\eta^2 = 0.484$) but no time-by-group interaction

Table 3. Within- and between-group results of the primary variables of pain intensity, pain frequency, and medication frequency

		Mean \pm SD			Mean Difference (95% CI); Effect Size
		Pre	Post	3 m	
VAS	G ₁	45.4 \pm 10.8	13.5 \pm 12.1	18.8 \pm 17.2	Pre-post: 31.8** (24.6 to 39.1); d = 2.78 Pre-3m: 26.6** (16.5 to 36.7); d = 1.85 Post-3m: -5.2 (-12.7 to 2.2); d = -0.35
	G ₀	50.0 \pm 13.9	18.3 \pm 12.3	19.2 \pm 19.4	Pre-post: 31.7** (23.8 to 39.6); d = 2.41 Pre-3m: 30.8** (19.8 to 41.8); d = 1.82 Post-3m: -0.9 (-9.0 to 7.2); d = -0.05
Mean difference (95% CI); effect size	G ₁ vs G ₀	-4.6 (-11.8 to 2.6); d = -0.37	-4.7 (-11.9 to 2.4); d = -0.39	-0.42 (-11.0 to 10.2); d = -0.02	
PF	G ₁	21.88 \pm 8.01	10.67 \pm 10.9	7.72 \pm 9.25	Pre-post: 11.34** (7.62 to 15.07); d = 1.17 Pre-3m: 14.16** (10.27 to 18.05); d = 1.63 Post-3m: 2.82 (-0.24 to 5.88); d = 0.29
	G ₀	23.32 \pm 5.98	9.32 \pm 6.04	4.94 \pm 6.46	Pre-post: 14.00** (9.95 to 18.04); d = 2.32 Pre-3m: 18.37** (14.14 to 22.60); d = 2.96 Post-3m: 4.37* (-15.23 to -7.83); d = 0.71
Mean difference (95% CI); effect size	G ₁ vs G ₀	-1.43 (-5.60 to 2.73); d = -0.20	1.22 (-4.40 to 6.48); d = 0.15	2.78 (-1.90 to 7.50); d = 0.34	
Med F	G ₁	4.12 \pm 8.25	0.27 \pm 0.82	1.00 \pm 3.94	Pre-post: 3.84 (-0.03 to 7.73); d = 0.65 Pre-3m: 3.11 (-1.47 to 7.70); d = 0.48 Post-3m: -0.73 (-3.25 to 1.79); d = -0.25
	G ₀	5.91 \pm 8.11	0.45 \pm 1.53	2.41 \pm 6.53	Pre-post: 5.45* (1.23 to 9.67); d = 0.93 Pre-3m: 3.50 (-1.48 to 8.48); d = 0.47 Post-3m: -1.95 (-4.71 to 0.79); d = -0.41
Mean difference (95% CI); effect size	G ₁ vs G ₀	-1.79 (-6.57 to 2.98); d = -0.21	-0.18 (-0.88 to 0.51); d = -0.14	-1.41 (-4.49 to 1.67); d = -0.26	

3m = three months postintervention; CI = confidence interval; G₀ = control group; G₁ = experimental group; Med F = medication frequency; PF = pain frequency; Pre = pre-intervention; Post = postintervention; VAS = visual analog scale.

* P < 0.01; ** P < 0.001.

(F = 1.306, P = 0.276, η^2 = 0.029). The post hoc analysis revealed significant intragroup differences in both groups, with a moderate effect size for G₁ at post-treatment (P < 0.001, d = -0.72) and at three-month follow-up (P < 0.01, d = -0.70) and for G₀ at post-treatment (P < 0.001, d = -0.77) and at three-month follow-up, with a large effect size (P < 0.001, d = -0.83) (Table 6). In relation to the CPSS subscales, regarding the Coping with Symptoms subscale, the ANOVA test revealed a statistically significant main effect of time (F = 23.159, P < 0.001, η^2 = 0.350); however, no time-by-group interaction was found. Similar results were found for the Physical Functioning (F = 13.521, P < 0.001, η^2 = 0.239) and Pain Management subscales (F = 27.183, P < 0.001, η^2 = 0.387) (Figure 5).

Regarding disability, a statistically significant difference of time was found (F = 73.89, P < 0.001, η^2 = 0.606), but no time-by-group interaction was found (F = 0.578, P = 0.563, η^2 = 0.012). The post hoc analysis revealed significant intragroup differences in both groups, with a large effect size for G₁ at post-treatment (P < 0.001, d = 1.26) and also at three-month follow-up (P < 0.001, d = 1.11) and for G₀ at post-treatment (P < 0.001, d = 1.60) and at three-month follow-up (P < 0.001, d = 1.76) (Table 6).

Global Perception of Change

Regarding the Global Rating of Change scale, statistically significant differences were obtained between groups at post-treatment (P = 0.03) in favor of the experimental group. Eight patients showed an improvement, with a score between 4 and 5 points on the Global Rating of Change scale, whereas in the control group, five patients had a score between 4 and 5 points on the scale. On the other hand, after three months of follow-up, there were no significant differences between groups (P = 0.41).

At three months of follow-up in the experimental group, 13 patients had a score between 4 and 5 points on the scale, and in the control group, 11 patients showed an improvement, with a score between 4 and 5 points (Figure 6).

Discussion

The main objective of this study was to compare the effectiveness of physiotherapy based on a biobehavioral approach with or without orthopedic manual physical therapy at three-month follow-up.

The data obtained in the present investigation showed that both interventions caused a statistically significant

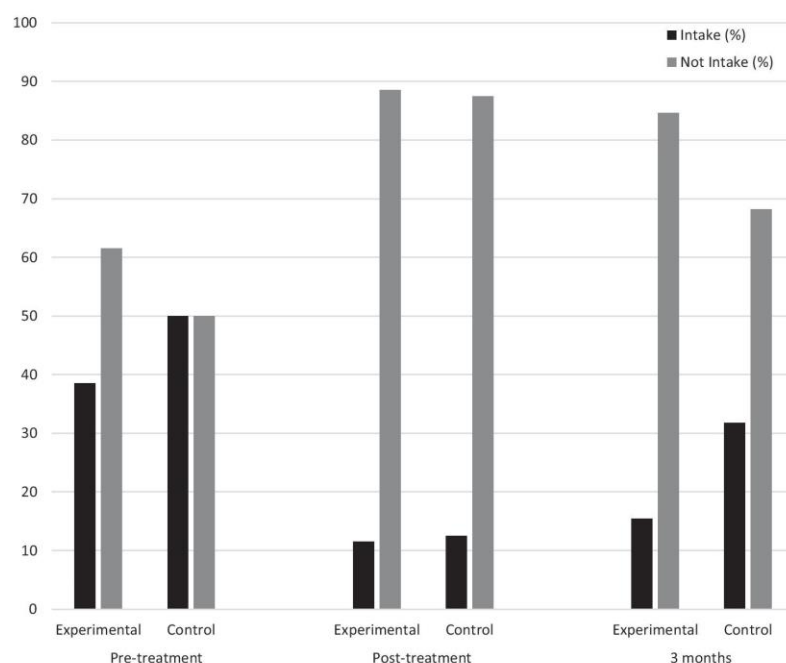


Figure 2. Changes in intake medication.

Table 4. Within- and between-group comparison of groups of somato-sensory variables

		Mean \pm SD			Mean Difference (95% CI); Effect Size
		Pre	Post	3 m	
2-PD	G ₁	5.88 \pm 0.88	4.72 \pm 1.01	4.26 \pm 0.79	Pre-post: 1.16** (0.72 to 1.60); d = 1.22 Pre-3m: 1.62** (1.17 to 2.08); d = 1.93 Post-3m: -0.46** (0.19 to 0.74); d = 0.50 Pre-post: 1.02** (0.54 to 1.49); d = 0.82 Pre-3m: 1.13** (0.64 to 1.62); d = 0.90 Post-3m: 0.11 (-0.18 to 0.41); d = 0.10
	G ₀	5.89 \pm 1.34	4.87 \pm 1.13	4.76 \pm 1.16	
Mean difference (95% CI); effect size		G ₁ vs G ₀	-0.01 (-0.65 to 0.64); d = -0.01	-0.14 (-0.76 to 0.47); d = -0.14	
L-TS	G ₁	1.06 \pm 0.96	0.35 \pm 0.67	0.22 \pm 0.51	
	G ₀	1.22 \pm 1.38	0.28 \pm 0.70	0.27 \pm 0.47	
Mean difference (95% CI); effect size		G ₁ vs G ₀	-0.16 (-0.84 to 0.52); d = -0.13	0.06 (-0.33 to 0.46); d = 0.1	Pre-post: 0.71* (0.19 to 1.22); d = 0.85 Pre-3m: 0.84* (0.23 to 1.44); d = 1.09 Post-3m: 0.12 (-0.27 to 0.52); d = 0.21 Pre-post: 0.93** (0.38 to 1.49); d = 0.86 Pre-3m: 0.94** (0.29 to 1.61); d = 0.92 Post-3m: 0.01 (-0.42 to 0.44); d = 0.01
F-TS	G ₁	0.52 \pm 0.70	0.14 \pm 0.40	0.09 \pm 0.34	
	G ₀	0.51 \pm 0.89	0.03 \pm 0.12	0.09 \pm 0.28	
Mean difference (95% CI); effect size		G ₁ vs G ₀	0.01 (-0.45 to 0.48); d = 0.01	0.10 (-0.07 to 0.27); d = 0.37	
				0.0 (-0.18 to 0.18); d = 0.0	

2-PD = 2-point discrimination; 3m = three months postintervention; CI = confidence interval; G₀ = control group; G₁ = experimental group; F-TS = left forearm temporal summation; L-TS = lumbar temporal summation; Post = postintervention; Pre = pre-intervention.

* P < 0.01; ** P < 0.001.

Table 5. Within- and between-group comparison of physical strength–endurance and motor control variables

		Mean \pm SD			Mean Difference (95% CI); Effect Size
		Pre	Post	3 m	
SE	G ₁	42.62 \pm 26.78	72.71 \pm 34.08	87.40 \pm 40.01	Pre–post: –30.09** (–42.02 to –18.16); $d = -0.98$ Pre–3m: –44.78** (–67.16 to –22.39); $d = -1.31$ Post–3m: –14.69 (–32.67 to 3.29); $d = -0.39$
	G ₀	41.89 \pm 31.83	67.36 \pm 37.41	83.30 \pm 61.99	Pre–post: –25.47** (–38.43 to –12.50); $d = -0.73$ Pre–3m: –41.41* (–65.74 to –17.07); $d = -0.84$ Post–3m: –15.93 (–35.49 to 3.61); $d = -0.31$
Mean difference (95% CI); effect size	G ₁ vs G ₀	0.73 (–16.29 to 17.75); $d = -0.37$	5.35 (–15.43 to 26.13); $d = -0.39$	4.10 (–25.77 to 33.97); $d = -0.02$	
MC	G ₁	56.78 \pm 9.02	53.10 \pm 6.70	53.42 \pm 7.01	Pre–post: 3.68* (1.30 to 6.06); $d = 0.46$ Pre–3m: 3.36* (0.32 to 6.41); $d = 0.41$ Post–3m: –0.31 (–2.23 to 1.60); $d = -0.04$
	G ₀	58.17 \pm 6.14	51.81 \pm 6.04	52.71 \pm 5.99	Pre–post: 6.36** (3.77 to 8.94); $d = 1.04$ Pre–3m: 5.46* (2.15 to 8.78); $d = 0.90$ Post–3m: –0.89 (–2.98 to 1.19); $d = -0.15$
Mean difference (95% CI); effect size	G ₁ vs G ₀	–1.39 (–5.96 to 3.18); $d = -0.18$	1.28 (–2.34 to 4.92); $d = 0.20$	0.71 (–1.90 to 7.50); $d = 0.11$	

3m = three months postintervention; CI = confidence interval; G₀ = control group; G₁ = experimental group; MC = motor control; Post = postintervention; Pre = pre-intervention; SE = strength–endurance.

* $p < 0.01$; ** $p < 0.001$.

decrease in all variables, although no significant differences were found between the groups at pretreatment and at three-month follow-up. The effect sizes were large for all outcomes at three-month follow-up, except in the temporal summation of the forearm, in which both groups presented a moderate effect size. On the other hand, the experimental group presented a small effect size in the motor control variable and a moderate effect size in the self-efficacy variable, compared with the control group, which had a large effect size in those measures.

Numerous studies have demonstrated significant differences in favor of combining techniques in comparison with performing them independently or with respect to medical interventions based on pharmacology [51–58]. In addition, strong scientific evidence shows that the biobehavioral approach is effective in patients with CLBP [59]; also, research studies in other chronic pain conditions have demonstrated the effectiveness of this approach in combination with the therapeutic exercise in terms of physical and psychological variables [22,57,60,61].

Even so, we know that there is a lack of evidence on the effect of manual therapy within this multimodal approach in patients with nonspecific CLBP. Based on this, it is important to take into account that experts in chronic pain suggest that the most appropriate treatment in patients with central sensitization is the combination of therapeutic patient education and therapeutic exercise [62, 63], as theoretically in subjects with acute pain, manual therapy provides analgesic effects locally and distally, but this does not occur in subjects with subacute or chronic pain [64–66].

Our study shows that both groups obtained an improvement superior to the minimal important change in pain intensity; a reduction of more than 15.0 mm on the VAS was demonstrated [31].

According to the results obtained in this research, a research study conducted in patients with chronic neck pain has demonstrated that there are no differences in disability and intensity of pain between the application of manual therapy and the application of therapeutic exercise [67]. Another clinical trial conducted in 2013 in patients diagnosed with nonspecific CLBP concluded that biobehavioral therapy obtained better results than manual therapy and therapeutic exercise, which were maintained at 12-month follow-up [68]. These results could be due to the importance of including active coping strategies within a biobehavioral therapy framework, which could influence cognitive and emotional factors, thus indirectly improving variables such as pain intensity.

In relation to the psychosocial variables, in 2009, Meyer et al. showed that lower scores regarding fear of movement and pain catastrophizing were correlated with a lower perception of pain, these variables being, in addition, predictors of recurrence of pain episodes [69].

Our study showed that statistically significant differences with large effect sizes were obtained post-treatment and at three-month follow-up. Both groups exceeded the minimal detectable change for fear of movement and pain catastrophizing [46, 70].

In addition, the influence of negative cognitive factors such as hypervigilance and rumination has been associated with a lack of self-efficacy in this type of population [71, 72], as level of self-efficacy is a predictive variable in

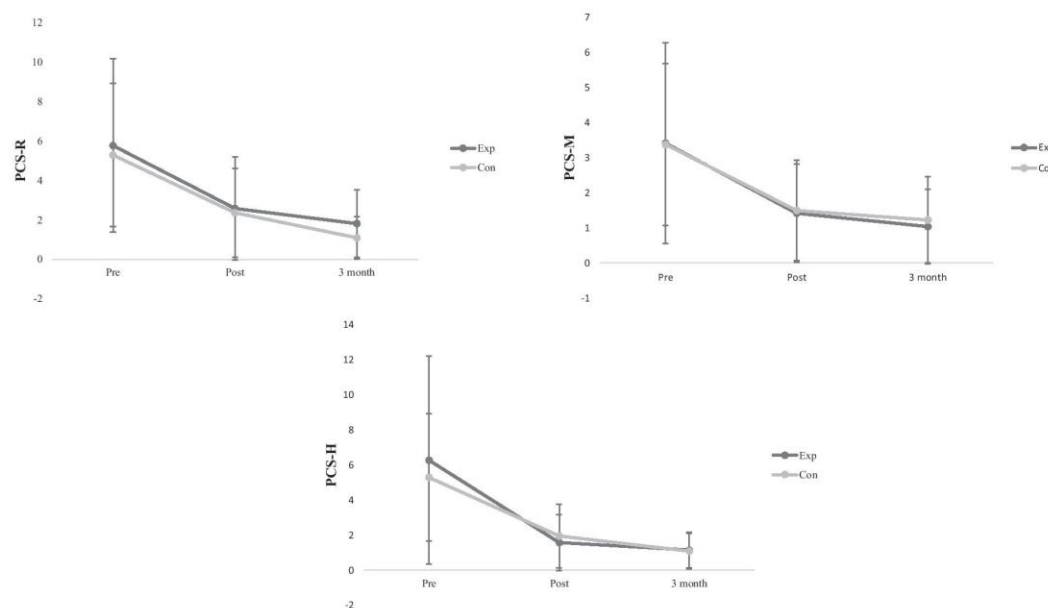


Figure 3. Changes in Pain Catastrophizing Scale. 3 month = 3-month post-treatment measure; Con = control group; Exp = experimental group; PCS-H = Pain Catastrophizing Scale-Helplessness subscale; PCS-M = Pain Catastrophizing Scale-Magnification subscale; PCS-R = Pain Catastrophizing Scale-Rumination subscale; Pre = pretreatment measure; Post = post-treatment measure.

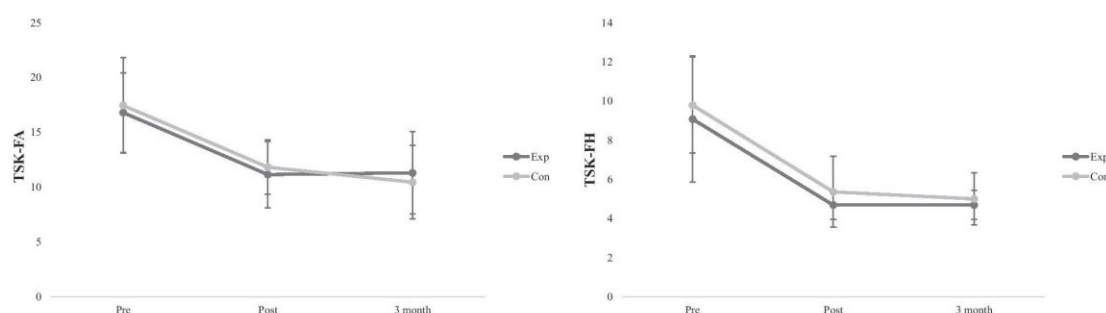


Figure 4. Changes in Tampa Scale of Kinesiophobia. 3 month = 3-month post-treatment measure; Con = control group; Exp = experimental group; Pre = pretreatment measure; Post = post-treatment measure; TSK-FA = Tampa Scale of Kinesiophobia-Fear of Activity subscale; TSK-FH = Tampa Scale of Kinesiophobia-Fear of Harm subscale.

the recovery in patients with LBP [73]. Research studies have shown that it is important to perform an assessment of self-efficacy beliefs, as it has been observed that they are correlated with the intensity of pain and disability in turn; the presentation of passive coping strategies denotes a lack of self-efficacy in this population, potentiating nonverbal behaviors of pain such as medication intake [74–81]. Our study shows that both groups obtained an improvement superior to the minimal important change in disability; a reduction between 2 and 5 points on the Roland-Morris Disability Questionnaire was demonstrated [42, 43]. We believe that the results of this study are due to both groups receiving the same intervention based on therapeutic exercise and therapeutic patient

education, which would enhance an increase in self-efficacy and active coping strategies for both groups. According to our results, a meta-analysis carried out in 2015 on the effectiveness of different interventions in nonspecific chronic spinal pain shows that there are no significant differences between physical approaches and behavioral/psychological approaches for this pathology, concluding that more research studies should be carried out and adapted to the rehabilitation needs of each patient [60].

On the other hand, previous literature has shown that therapeutic exercise is a fundamental cause of significant improvements on functional, physical, and somatosensory variables. Regarding the discrimination of two points, it is

Table 6. Within- and between-group comparison of psychosocial variables and disability

		Mean \pm SD			Mean Difference (95% CI); Effect Size
		Pre	Post	3 m	
PCS	G ₁	15.46 \pm 11.8	5.58 \pm 6.40	4.00 \pm 4.51	Pre-post: 9.88** (5.13 to 14.63); <i>d</i> = 1.04 Pre-3m: 11.46** (6.66 to 16.26); <i>d</i> = 1.28 Post-3m: 1.57 (-0.94 to 4.09); <i>d</i> = -0.28
	G ₀	13.73 \pm 8.85	5.82 \pm 5.56	3.41 \pm 4.75	Pre-post: 7.91* (2.75 to 13.06); <i>d</i> = 1.07 Pre-3m: 10.31** (5.1 to 15.53); <i>d</i> = 1.45 Post-3m: 2.41 (-0.32 to 5.15); <i>d</i> = -0.46
Mean difference (95% CI); effect size	G ₁ vs G ₀	1.73 (-4.43 to 7.90); <i>d</i> = 0.16	-0.24 (-3.76 to 3.27); <i>d</i> = -0.04	0.59 (-2.10 to 3.28); <i>d</i> = -0.12	
TSK-11	G ₁	25.88 \pm 5.97	17.73 \pm 4.19	18.18 \pm 4.79	Pre-post: 8.15** (5.94 to 10.36); <i>d</i> = 1.58 Pre-3m: 7.69** (5.35 to 10.02); <i>d</i> = 1.42 Post-3m: -0.46 (-2.44 to 1.52); <i>d</i> = -0.1
	G ₀	27.55 \pm 6.57	18.91 \pm 4.44	17.95 \pm 5.63	Pre-post: 8.63** (6.23 to 11.03); <i>d</i> = 1.54 Pre-3m: 9.59** (7.05 to 12.12); <i>d</i> = 1.57 Post-3m: 0.95 (-1.2 to 3.11); <i>d</i> = 0.19
Mean difference (95% CI); effect size	G ₁ vs G ₀	-1.66 (-5.30 to 1.98); <i>d</i> = -0.26	-1.17 (-3.69 to 6.48); <i>d</i> = -0.27	0.23 (-2.79 to 3.26); <i>d</i> = 0.04	
CPSS	G ₁	145.54 \pm 29.95	164.04 \pm 20.02	164.79 \pm 24.36	Pre-post: 18.5** (-29.61 to -7.37); <i>d</i> = -0.72 Pre-3m: 19.25* (-31.10 to -7.39); <i>d</i> = -0.70 Post-3m: -0.75 (-6.79 to 5.29); <i>d</i> = -0.03
	G ₀	137.28 \pm 35.35	162.04 \pm 27.93	165.85 \pm 32.76	Pre-post: -24.76** (-36.64 to -12.88); <i>d</i> = -0.77 Pre-3m: -28.57** (-41.24 to -15.89); <i>d</i> = -0.83 Post-3m: -3.81 (-10.26 to 2.64); <i>d</i> = -0.12
Mean difference (95% CI); effect size	G ₁ vs G ₀	8.25 (-11.37 to 27.88); <i>d</i> = 0.25	1.99 (-12.48 to 16.47); <i>d</i> = 0.08	-1.06 (-18.29 to 16.15); <i>d</i> = -0.03	
RMDQ	G ₁	6.35 \pm 4.75	1.77 \pm 1.96	1.88 \pm 3.12	Pre-post: 4.57** (2.91 to 6.24); <i>d</i> = 1.26 Pre-3m: 4.46** (2.85 to 6.07); <i>d</i> = 1.11 Post-3m: -0.11 (-0.90 to 0.66); <i>d</i> = -0.04
	G ₀	5.25 \pm 3.12	1.46 \pm 1.18	0.83 \pm 1.66	Pre-post: 3.79** (2.06 to 5.52); <i>d</i> = 1.60 Pre-3m: 4.41** (2.74 to 6.09); <i>d</i> = 1.76 Post-3m: 0.62 (-0.19 to 1.44); <i>d</i> = 0.43
Mean difference (95% CI); effect size	G ₁ vs G ₀	1.09 (-1.21 to 3.40); <i>d</i> = 0.27	0.31 (-0.62 to 1.24); <i>d</i> = 0.19	1.05 (-0.39 to 2.49); <i>d</i> = 0.42	

3m = three months postintervention; CPSS = Chronic Pain Self-Efficacy Scale; G₀ = control group; G₁ = experimental group; PCS = Pain Catastrophizing Scale; Post = postintervention; Pre = pre-intervention; RMDQ = Roland Morris Disability Questionnaire; TSK-11 = Tampa Scale of Kinesiophobia.

P* < 0.01; *P* < 0.001.

important to note that research studies show that this alteration may be due to a distortion of the corporal representation at the level of the cortex influenced by the intensity of pain, which is related to a phenomenon of convergence between the motor, and somatosensory cortex [82–87]. At the same time, several research studies have shown that the training of tactile sensitivity in patients with nonspecific CLBP causes a significant improvement in two-point discrimination ability, in addition to a decrease in pain intensity [88,89]. Our study obtained significant improvements in both groups, but it could not be assured that this improvement was due to a sensory training as no such training was conducted in this study. It is possible that the existing relationship between the distortion of the body schema and pain intensity may have been influenced by the reduction of the last variable.

Another problem that can occur in patients with chronic pain is alteration in the temporal summation of stimuli. According to the available evidence, the improvement in this variable could be due to therapeutic exercise. Research

studies performed in asymptomatic participants and patients with various conditions of chronic pain have obtained significant differences in temporal summation through the use of therapeutic exercise programs due to the hypoalgesic effects generated and improvement of the psychological factors that influence the pain experience [90–92].

Similarly, it has been observed that both muscle endurance and motor control can be altered in this population, although it is not clear whether this alteration is due to the presence of pain or a deconditioning of the musculature. A recently published systematic review showed that motor control exercises do not present significant differences with respect to other exercise modalities, according to pain intensity and disability in patients with nonspecific CLBP [93]. The results of this study do not allow us to determine what percentage of the success of treatment is due to these exercises; we cannot determine the possible results obtained using another model of therapeutic exercise either. However, we believe that the learning component and cognitive distraction presented

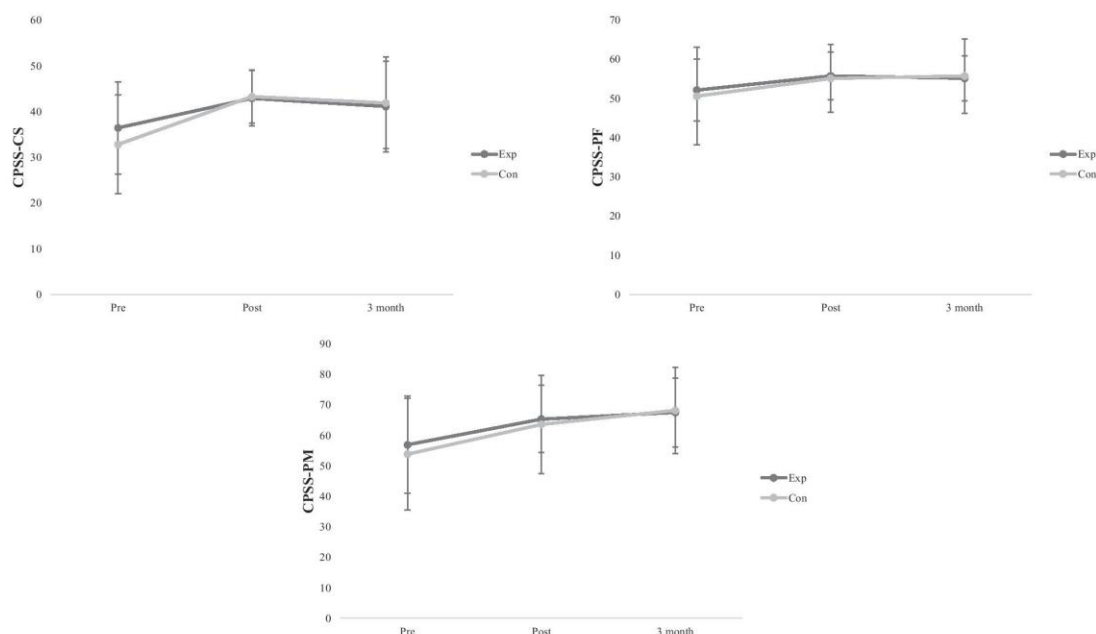


Figure 5. Changes in Chronic Pain Self-Efficacy Scale. 3 month = 3-month post-treatment measure; Con = control group; Exp = experimental group; CPSS-CS = Chronic Pain Self-Efficacy Scale–Coping with Symptoms subscale; CPSS-PF = Chronic Pain Self-Efficacy Scale–Physical Functioning subscale; CPSS-PM = Chronic Pain Self-Efficacy Scale–Pain Management subscale; Pre = pre-treatment measure; Post = post-treatment measure.

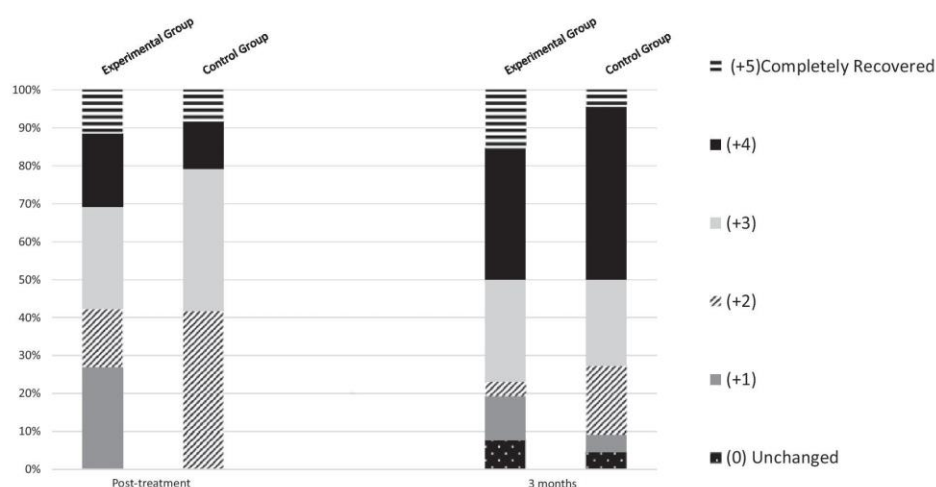


Figure 6. Global Rating of Change scale.

by motor control exercises could justify their inclusion in biobehavioral therapy. It is important to emphasize that other research studies point to a possible relationship between psychological variables and alteration in endurance, demonstrating that patients with CLBP who present high levels of catastrophism also present lower endurance in the lumbar region, suggesting that improvement over psychological variables such as the effects of a

biobehavioral approach could be one of the reasons for the increase in extensor endurance [94]. In relation to our results, we suspect that extensor endurance can be affected by the patient's chronicity and symptomatology because, in many cases, patients stopped the test due to the onset of pain, not due to fatigue. This explanation is possibly due to the treatment performed, given that the therapeutic exercise protocol was based on a motor

control program and did not include specific extensor endurance training. Finally, considering that the experience of pain is multifactorial, the results obtained in our research could be due to the paradigm shift produced in the patients. Louw et al., in 2017, suggested the combination of orthopedic manual physical therapy and therapeutic patient education when presented within a biomechanical model. This combination might be contradictory for patients because the therapeutic patient education models recommend active participation, improving important aspects in chronic pain such as self-efficacy, and taking into account that the application of orthopedic manual physical therapy could serve as the beginning of treatment to generate endogenous analgesia [95]. In addition, we must consider the importance of the application of manual therapy in patients with chronic pain in terms of variables such as the global perception of the change of the patient, as we observed statistically significant differences in favor of the group that received manual therapy, as well as the influence that this type of technique has on patient satisfaction or possible adherence to treatment.

Limitations of the Study

This study has several limitations to consider. First, it would also have been interesting to include a more accurate control group; we could have used a group on the waiting list or a usual care group. On the other hand, there is a recall bias when it comes to the variable of medication frequency and days of pain per month. Our research only establishes results post-treatment through three months of follow-up. It will be necessary to obtain long-term results in this type of population regarding the treatments performed.

Another limitation of the study to be considered is that the calculation of the sample size was made based on a pilot study, taking into account only the main variable. This could have influenced the statistical power of the estimation based on the rest of the study variables. Even so, it is important to note that the rest of the study variables behaved in the same way as the main variable.

Finally, it is important to include as a limitation that the groups presented differences in pretreatment with regards to the kinesiophobia variable and that the corresponding control variable was not included in relation to the level of physical activity.

Conclusions

The findings of this study show that there are no statistically significant differences in the comparison of the two treatments applied in patients with nonspecific CLBP. In the individual analysis of each intervention, the results show that in the short term and medium term, there was a decrease in the intensity and frequency of pain and an improvement in physical, somatosensory, and psychological variables. According to our results, we can conclude

that orthopedic manual physical therapy does not increase the effects of physiotherapy treatment based on biobehavioral therapy; however, these results should be interpreted with caution because they have not been evaluated in the long term.

Acknowledgments

The authors thank the Miraflores Health Center (Alcobendas, Madrid, Spain) for their contribution in the collection of patients for the study.

References

1. Rossignol M, Rozenberg S, Leclerc A. Epidemiology of low back pain: What's new? *Joint Bone Spine* 2009;76(6):608–13.
2. Nachemson A. Back pain: Delimiting the problem in the next millennium. *Int J Law Psychiatry* 1999;22(5–6):473–90.
3. Hoy D, Bain C, Williams G, et al. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis Rheum* 2012;64(6):2028–37.
4. Zusman M. Forebrain-mediated sensitization of central pain pathways: “Non-specific” pain and a new image for MT. *Man Ther* 2002;7(2):80–8.
5. Hashmi JA, Baliki MN, Huang L, et al. Shape shifting pain: Chronification of back pain shifts brain representation from nociceptive to emotional circuits. *Brain* 2013;136(9):2751–68.
6. Bialosky JE, Bishop MD, Price DD, Robinson ME, George SZ. The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: A comprehensive model. *Man Ther* 2009;14(5):531–8.
7. Teodorczyk-Injeyan JA, Injeyan HS, Ruegg R. Spinal manipulative therapy reduces inflammatory cytokines but not substance P production in normal subjects. *J Manipulative Physiol Ther* 2006;29(1):14–21.
8. Vicenzino B, Collins D, Benson H, Wright A. An investigation of the interrelationship between manipulative therapy-induced hypoalgesia and sympathoexcitation. *J Manip Physiol Ther* 1998;21(7):448–53.
9. Lewis J, Cannon J, Liebeskind J. Opioid and nonopioid mechanisms of stress analgesia. *Science* 1980;208(4444):623–5.
10. Koltyn K. Analgesia following exercise: A review. *Sports Med* 2000;29(2):85–98.
11. Dworkin BR, Elbert T, Rau H, et al. Central effects of baroreceptor activation in humans: Attenuation of skeletal reflexes and pain perception. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1994;91(14):6329–33.
12. Bender T, Nagy G, Barna I, et al. The effect of physical therapy on beta-endorphin levels. *Eur J Appl Physiol* 2007;100(4):371–82.
13. Heyman E, Gamelin F-X, Goekint M, et al. Intense exercise increases circulating endocannabinoid and

- BDNF levels in humans—possible implications for reward and depression. *Psychoneuroendocrinology* 2012;37(6):844–51.
14. Feuerecker M, Hauer D, Toth R, et al. Effects of exercise stress on the endocannabinoid system in humans under field conditions. *Eur J Appl Physiol* 2012;112(7):2777–81.
 15. Pertwee RG. Cannabinoid receptors and pain. *Prog Neurobiol* 2001;63(5):569–611.
 16. Nijs J, Wilgen CV, Oosterwijck JV, Ittersum MV, Meeus M. How to explain central sensitization to patients with ‘unexplained’ chronic musculoskeletal pain: Practice guidelines. *Man Ther* 2011;16(5):413–8.
 17. Fletcher C, Bradnam L, Barr C. The relationship between knowledge of pain neurophysiology and fear avoidance in people with chronic pain: A point in time, observational study. *Physiother Theory Pract* 2016;32(4):271–6.
 18. Sveinsdottir V, Eriksen HR, Reme SE. Assessing the role of cognitive behavioral therapy in the management of chronic nonspecific back pain. *J Pain Res* 2012;5:371–80.
 19. Smeets R, Vlaeyen J, Kester A, Knottnerus J. Reduction of pain catastrophizing mediates the outcome of both physical and cognitive-behavioral treatment in chronic low back pain. *J Pain* 2006;7(4):261–71.
 20. Schweikert B, Jacobi E, Seitz R, et al. Effectiveness and cost-effectiveness of adding a cognitive behavioral treatment to the rehabilitation of chronic low back pain. *J Rheumatol* 2006;33(12):2519–26.
 21. Okifuji A, Turk DC. Behavioral and cognitive—behavioral approaches to treating patients with chronic pain: Thinking outside the pill box. *J Ration Cogn Ther* 2015;33(3):218–38.
 22. López-de-Uralde-Villanueva I, Beltran-Alacreu H, Fernández-Carnero J, La Touche R. Pain management using a multimodal physiotherapy program including a biobehavioral approach for chronic nonspecific neck pain: A randomized controlled trial. *Physiother Theory Pract* 2018;11:1–18.
 23. Henschke N, Rwig O, Mw VT, et al. Behavioural treatment for chronic low-back pain (Review). *Cochrane Database Syst Rev* 2010;7(7):CD002014.
 24. Turk DC. Cognitive-behavioral approach to the treatment of chronic pain patients. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28(6):573–9.
 25. Vlaeyen JWS, Haazen IWCJ, Schuerman JA, Kole-Snijders AMJ, Eek H. Behavioural rehabilitation of chronic low back pain: Comparison of an operant treatment, an operant-cognitive treatment and an operant-respondent treatment. *Br J Clin Psychol* 1995;34(1):95–118.
 26. Linton SJ, Melin L, Götestam KG. Behavioral analysis of chronic pain and its management. In: Hersen M, Bellack A, Eisler H, eds. *Progress in behavior modification*. New York: Academic Press, Vol. 18. 1985:1–42.
 27. Jeffrey S, McClelland T, Carus C, Graham C. Relaxation and chronic pain: A critical review. *Int J Ther Rehabil* 2016;23(6):289–96.
 28. Schulz KF, Altman DG, Moher D, Group C. CONSORT 2010 Statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *Ann Intern Med* 2010;152(11):726–32.
 29. Savigny P, Watson P, Underwood M. Early management of persistent non-specific low back pain: Summary of NICE guidance. *BMJ* 2009;338:1441–5.
 30. Bijur PE, Silver W, Gallagher EJ. Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Acad Emerg Med* 2001;8(12):1153–7.
 31. Ostelo RWJG, Deyo RA, Stratford P, et al. Interpreting change scores for pain and functional status in low back pain. *Spine* 2008;33(1):90–4.
 32. Starkweather AR, Heineman A, Storey S, et al. Methods to measure peripheral and central sensitization using quantitative sensory testing: A focus on individuals with low back pain. *Appl Nurs Res* 2016;29:237–41.
 33. Maier C, Baron R, Tölle TR, et al. Quantitative sensory testing in the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): Somatosensory abnormalities in 1236 patients with different neuropathic pain syndromes. *Pain* 2010;150(3):439–50.
 34. Marouf R, Piché M, Rainville P. Is temporal summation of pain and spinal nociception altered during normal aging? *Pain* 2015;156(10):1945–53.
 35. Nolan M. Quantitative measure of cutaneous sensation. Two-point discrimination values for the face and trunk. *Phys Ther* 1985;65(2):181–5.
 36. Catley MJ, Tabor A, Wand BM, Moseley GL. Assessing tactile acuity in rheumatology and musculoskeletal medicine—how reliable are two-point discrimination tests at the neck, hand, back and foot? *Rheumatology* 2013;52(8):1454–61.
 37. Moreau CE, Green BN, Johnson CD, Susan R. Isometric back extension endurance tests: A review of the literature. *J Manip Physiol Ther* 2001;24(2):110–22.
 38. Ito T, Shirado O, Suzuki H, et al. Lumbar trunk muscle endurance testing: An inexpensive. *Arch Phys Med Rehabil* 1996;77(1):75–9.
 39. Azevedo DC, Lauria AC, Pereira ARS, et al. Intraexaminer and interexaminer reliability of pressure biofeedback unit for assessing lumbopelvic stability during 6 lower limb movement tests. *J Manip Physiol Ther* 2013;36(1):33–43.
 40. Chattanooga Group. Stabilizer Pressure Bio-Feedback. Operating Instructions. Hixson: Chattanooga Group, Inc; 2005.
 41. Kovacs FM, Llobera J, Gil Del Real MT, et al. Validation of the Spanish version of the Roland-Morris questionnaire. *Spine* 2002;27(5):538–42.

42. Roland M, Fairbank J. The Roland-Morris Disability Questionnaire and the Oswestry Disability Questionnaire. *Spine* 2000;25(24):3115-24.
43. Stratford PW, Binkley J, Solomon P, et al. Defining the minimum level of detectable change for the Roland Morris Questionnaire. *Phys Ther* 1996;76(4):359-65.
44. Gómez-Pérez L, López-Martínez AE, Ruiz-Párraga GT. Psychometric properties of the Spanish version of the Tampa Scale for Kinesiophobia (TSK). *J Pain* 2011;12(4):425-35.
45. García Campayo J, Rodero B, et al. Validation of the Spanish version of the Pain Catastrophizing Scale in fibromyalgia. *Med Clínica* 2008;131(13):487-92.
46. George SZ, Valencia C, Beneciuk JM. A psychometric investigation of fear-avoidance model measures in patients with chronic low back pain. *J Orthop Sport Phys Ther* 2010;40(4):197-205.
47. Martín-Aragón Gelabert M, Pastor Mira MA, Rodríguez Marín J, et al. Percepción de autoeficacia en dolor crónico. Adaptación y validación de la Chronic Pain Self-Efficacy Scale. *Rev Psicol Salud* 1999;11(1-2):53-75.
48. Anderson KO, Dowds BN, Pelletz RE, Edwards TW, Peeters-Asdourian C. Development and initial validation of a scale to measure self-efficacy beliefs in patients with chronic pain. *Pain* 1995;63(1):77-83.
49. Kamper SJ, Maher CG, Mackay G. Global rating of change scales: A review of strengths and weaknesses and considerations for design. *J Man Manip Ther* 2009;17(3):163-170.
50. Cohen J. Eta-squared and partial eta-squared in fixed factor ANOVA designs. *Educ Psychol Meas* 1973;33(1):107-12.
51. Aure OF, Nilsen JH, Vasseljen O. Manual therapy and exercise therapy in patients with chronic low back pain. *Spine* 2003;28(6):525-32.
52. Moseley L. Combined physiotherapy and education is efficacious for chronic low back pain. *Aust J Physiother* 2002;48(4):297-302.
53. Bronfort G, Maiers MJ, Evans RL, et al. Supervised exercise, spinal manipulation, and home exercise for chronic low back pain: A randomized clinical trial. *Spine J* 2011;11(7):585-98.
54. Senna MK, Machaly SA. Does maintained spinal manipulation therapy for chronic nonspecific low back pain result in better long-term outcome? *Spine* 2011;36(18):1427-37.
55. Enthoven W, Roelofs P, Deyo R, Van Tulder M, Koes B. Non-steroidal anti-inflammatory drugs for chronic low back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;2:CD012087.
56. Ebell M, Grad R. Top 20 research studies of 2016 for primary care physicians. *Am Fam Physician* 2017;95(9):572-9.
57. Beltran-Alacreu H, López-de-Uralde-Villanueva I, Fernández-Carnero J, La Touche R. Manual therapy, therapeutic patient education, and therapeutic exercise, an effective multimodal treatment of nonspecific chronic neck pain. *Am J Phys Med Rehabil* 2015;94(10):887-97.
58. Bennell K, Egerton T, Pua Y-H, et al. Efficacy of a multimodal physiotherapy treatment program for hip osteoarthritis: A randomised placebo-controlled trial protocol. *BMC Musculoskelet Disord* 2010;11(1):238.
59. Hall A, Richmond H, Copsey B, et al. Physiotherapist-delivered cognitive-behavioural interventions are effective for low back pain, but can they be replicated in clinical practice? A systematic review. *Disabil Rehabil* 2018;40(1):1-9.
60. O'Keeffe M, Purtill H, Kennedy N, et al. Comparative effectiveness of conservative interventions for nonspecific chronic spinal pain: Physical, behavioral/psychologically informed, or combined? A systematic review and meta-analysis. *J Pain* 2016;17(7):755-74.
61. Marcos-Martín F, González-Ferrero L, Martín-Alcocer N, Paris-Aleman A, La Touche R. Multimodal physiotherapy treatment based on a bio-behavioral approach for patients with chronic cervico-craniofacial pain: A prospective case series. *Physiother Theory Pract* 2018;34(9):671-81.
62. Nijs J, Malfliet A, Ickmans K, Baert I, Meeus M. Treatment of central sensitization in patients with 'unexplained' chronic pain: An update. *Expert Opin Pharmacother* 2014;15(12):1671-83.
63. Nijs J, Clark J, Malfliet A, et al. In the spine or in the brain? Recent advances in pain neuroscience applied in the intervention for low back pain. *Clin Exp Rheumatol* 2017;35(5):S108-15.
64. Woolf CJ, Salter MW. Neuronal plasticity: Increasing the gain in pain. *Science* 2000;288(5472):1765-8.
65. Cuenca-Martínez F, Cortés-Amador S, Espí-López GV. Effectiveness of classic physical therapy proposals for chronic non-specific low back pain: A literature review. *Phys Ther Res* 2018;21(1):16-22.
66. Puentedura EJ, Flynn T. Combining manual therapy with pain neuroscience education in the treatment of chronic low back pain: A narrative review of the literature. *Physiother Theory Pract* 2016;32(5):408-14.
67. Galindez-Ibarbengoetxea X, Setuain I, Ramírez-Velez R, et al. Short-term effects of manipulative treatment versus a therapeutic home exercise protocol for chronic cervical pain: A randomized clinical trial. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2018;31(1):133-45.
68. Fersum KV, Sullivan PO, Skouen JS, Smith A, Kvåle A. Efficacy of classification-based cognitive functional therapy in patients with non-specific chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Eur J Pain* 2013;17(1):916-28.
69. Meyer K, Tschopp A, Sprott H, Mannion A. Association between catastrophizing and self-rated pain and disability in patients with chronic low back pain. *J Rehabil Med* 2009;41(8):620-5.

70. Hapidou EG, O'Brien MA, Pierrynowski MR, et al. Fear and avoidance of movement in people with chronic pain: Psychometric properties of the 11-item Tampa Scale for Kinesiophobia (TSK-11). *Physiother* 2012;64(3):235–41.
71. de Moraes Vieira ÉB, de Góes Salvetti M, Damiani LP, de Mattos Pimenta CA. Self-efficacy and fear avoidance beliefs in chronic low back pain patients: Coexistence and associated factors. *Pain Manag Nurs* 2014;15(3):593–602.
72. Sullivan MJL, Thorn B, Haythornthwaite JA, et al. Theoretical perspectives on the relation between catastrophizing and pain. *Clin J Pain* 2001;17(1):52–64.
73. Du S, Yuan C. Evaluation of patient self-management outcomes in health care: A systematic review. *Int Nurs Rev* 2010;57(2):159–67.
74. Woby SR, Roach NK, Urmston M, Watson PJ. The relation between cognitive factors and levels of pain and disability in chronic low back pain patients presenting for physiotherapy. *Eur J Pain* 2007;11(8):869–77.
75. Martel MO, Wideman TH, Sullivan M. Patients who display protective pain behaviors are viewed as less likable, less dependable, and less likely to return to work. *Pain* 2012;153(4):843–9.
76. Koleck M, Mazaux JM, Rascle N, Bruchon-Schweitzer M. Psycho-social factors and coping strategies as predictors of chronic evolution and quality of life in patients with low back pain: A prospective study. *Eur J Pain* 2006;10:1–1.
77. Jackson T, Wang Y, Wang Y, Fan H. Self-efficacy and chronic pain outcomes: A meta-analytic review. *J Pain* 2014;15(8):800–14.
78. Ferrari S, Chiarotto A, Pellizzer M, Vanti C, Monticone M. Pain self-efficacy and fear of movement are similarly associated with pain intensity and disability in Italian patients with chronic low back pain. *Pain Pract* 2016;16:1040–7.
79. Ferreira-Valente M, País-Ribeiro J, Jensen MP. Associations between psychosocial factors and pain intensity, physical functioning and psychological functioning in patients with chronic pain: A cross-cultural comparison. *Clin J Pain* 2014;30(8):713–23.
80. Du S, Hu L, Bai Y, et al. The influence of self-efficacy, fear-avoidance belief, and coping styles on quality of life for Chinese patients with chronic non-specific low back pain: A multi-site cross-sectional study. *Pain Pract* 2018;18:736–47.
81. Åsenlöf P, Söderlund A. A further investigation of the importance of pain cognition and behaviour in pain rehabilitation: Longitudinal data suggest disability and fear of movement are most important. *Clin Rehabil* 2010;24(5):422–30.
82. Adamczyk WM, Luedtke K, Szikszay TM. Two-point discrimination and the low back pain: Not as unreliable as it seems, but what about standardised procedures? *Musculoskelet Sci Pract* 2018;35:e110–1.
83. Tegenthoff M, Ragert P, Pleger B, et al. Improvement of tactile discrimination performance and enlargement of cortical somatosensory maps after 5 Hz rTMS. *PLoS Biol* 2005;3(11):2031–40.
84. Pleger B, Foerster AF, Ragert P, et al. Functional imaging of perceptual learning in human primary and secondary somatosensory cortex. *Neuron* 2003;40(3):643–53.
85. Pleger B, Dinse HR, Ragert P, et al. Shifts in cortical representations predict human discrimination improvement. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2001;98(21):12255–60.
86. Schmidt-Wilcke T, Wulms N, Heba S, et al. Structural changes in brain morphology induced by brief periods of repetitive sensory stimulation. *Neuroimage* 2018;165:148–57.
87. Macdonald D, Moseley GL, Hodges PW. Why do some patients keep hurting their back? Evidence of ongoing back muscle dysfunction during remission from recurrent back pain. *Pain* 2009;142(3):183–8.
88. Gutknecht M, Mannig A, Waldvogel A, Wand BM, Luomajoki H. The effect of motor control and tactile acuity training on patients with non-specific low back pain and movement control impairment. *J Bodyw Mov Ther* 2015;19(4):722–31.
89. Trapp W, Weinberger M, Erk S, et al. A brief intervention utilising visual feedback reduces pain and enhances tactile acuity in CLBP patients. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2015;28(4):651–60.
90. George SZ, Bishop MD, Bialosky JE, Zeppieri G Jr, Robinson ME. Immediate effects of spinal manipulation on thermal pain sensitivity: An experimental study. *BMC Musculoskelet Disord* 2006;7(68).
91. Cruz-almeida Y, King CD, Goodin BR, et al. Psychological profiles and pain characteristics of older adults with knee osteoarthritis. *Arthritis Care Res* 2013;65(11):1786–94.
92. Picavet H, Vlaeyen J, Schouten J. Pain catastrophizing and kinesiophobia: Predictors of chronic low back pain. *Am J Epidemiol* 2002;156(11):1028–34.
93. Saragiotto BT, Maher CG, Yamato TP, et al. Motor control exercise for nonspecific low back pain: A cochrane review. *Spine* 2016;41(16):1284–95.
94. Larivière C, Bilodeau M, Forget R, Vadeboncoeur R, Mecheri H. Poor back muscle endurance is related to pain catastrophizing in patients with chronic low back pain. *Spine* 2010;35(22):1178–86.
95. Louw A, Nijs J, Puenteadura EJ. A clinical perspective on a pain neuroscience education approach to manual therapy. *J Man Manip Ther* 2017;25(3):160–8.

SUPPLEMENTARY DATA

Appendix 1: Therapeutic patient education protocol

	Neuromatrix of pain. Difference between acute pain and chronic pain.
SESSION 1	Pain and damage. Pain and nociception. Importance of therapeutic patient education.
SESSION 3	Pain and context. Influence of maladaptive beliefs and psychosocial factors.
SESSION 5	Pain and memory. Hypervigilance. Active coping strategies.
SESSION 7	Pain and age. Pain and culture. Pain and sex. Central and peripheral sensitisation. Neuroplasticity.
SESSION 8	Review of acquired concepts. Active coping strategies.

Appendix 2: Biobehavioural Training Protocol

SESSION 2 Experiential motor restructuration:

Experiential motor restructuration is a biobehavioural training technique based on the patient's movement and designed with the aim of reduce fear, promoting active coping and increasing self-efficacy.

First, the patient and the therapist had to identify a painful/feared movement according to each patient. Subsequently, for one minute, the patient performed a distraction strategy that consisted of following the rhythm of a metronome with motor sequences of the hand fingers. In addition, the patient had to perform a motor imagery practice of the movement identified previously. Then, the patient performed the painful movement in front of the mirror in a real manner to help the patient understand that can perform the movement. Afterwards, the therapist explained that movement and exercise is a priority strategy for coping with pain and disability and strengthened the necessity to have a more active life.

Sensory reinterpretation:

Correct interpretation of sensory stimulus is one of the most relevant aspects in patients with chronic pain. Sensory reinterpretation training was designed to improve patient ability to recognize the differences between painful sensations and related back sensory stimulus.

To perform this training, the patient was asked to indicate on a visual analogue scale their level of the most common sensory sensations and stimuli related to back pain: muscle fatigue, muscle tightness, discomfort and dysesthesia. Subsequently, the therapist explained to the patient each of these sensations and the differences between them, in order to reconceptualize each of them. Finally, the therapist gave the patient tools to understand and manage each sensation, as well as active coping strategies.

SESSION 4 Jacobson's Progressive Muscle Relaxation:

Jacobson's Progressive Muscle Relaxation is one of the most widely used tools in the management of anxiety and muscle tightness. To perform this technique, the patient lay down in a relaxed place. The therapist asked the patient to take a deep breath and then perform muscle contraction of one of the muscle groups described in this technique. The patient was asked to maintain this contraction for 5 seconds paying attention to the feelings of this muscle. After this, the patient was asked to relax the muscle and pay attention to the feeling of relaxation. Muscle


contractions and relaxations were performed in timing with breathing.

The sequence of muscles was as follows: Fists, Biceps, Triceps, Forehead, Eyes, Jaw, Tongue, Lips, Neck, Shoulders, Lower back, Buttocks, Thighs, Calves, Shins and ankles. The time employed was approximately 15 minutes and the patient were asked to perform the technique at home.

Motor imagery and Action Observation Training:

SESSION 6 Motor imagery and Action Observation training were performed with the aim of improving lumbar movement planning and execution. Two thirty-second sets of first-person motor imagery in both visual and kinesthetic modalities, in conjunction with Action Observation Training via video, were made by the patient for each of the lumbar movements.

Appendix 3: Therapeutic exercise program

Exercise 1:	Description:
<p>Pelvic anteversion and retroversion with lumbar stabilisation. Repetitions: 10–12. Series: 3–4.</p>	<p>In supine position, the patient makes an inspiration; then, they perform a pelvic retroversion by performing a lumbar stabilization to press the lumbar spine to the mat in the expiratory phase.</p>
	

Exercise 2:	Description:
<p>Lumbar lift with feet supported ("The bridge"). Repetitions: 10–12. Series: 3–4. Rest: Active. A movement is made with the legs to one side and the opposite while</p>	<p>In supine position, the patient makes an inspiration; they then perform a pelvic retroversion, performing a lumbar stabilization to press the lumbar spine to</p>

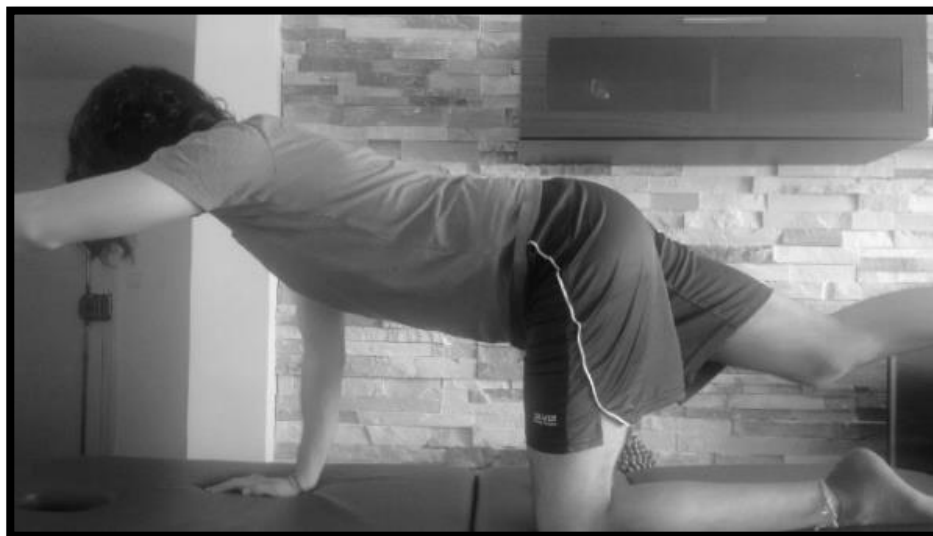
the feet are supported on the ground (10 on each side).	the mat. From this position, a lumbar elevation is performed during exhalation, until the weight is supported on the shoulders. The patient then reverses the position.
---	---




Exercise 3:	Description:
<p>Leg elevation 90°-90°: Repetitions: 10–12. Series: 3–4. Rest: Active. A stretching of the gluteus muscle (10 sg per leg) and the pyramidal muscle (10 sg per leg) is performed.</p>	<p>In a supine position, the patient performs an inspiration; then they perform a lumbar stabilization and while exhaling, a hip flexion is performed until the leg is placed at 90° hip flexion and 90° knee flexion. Both legs alternate with each repetition.</p>





Exercise 4:	Description:
<p>Elevation of arm and leg in quadruped.</p> <p>Repetitions: 8–12. Series: 3–4. Rest: Active.</p> <p>A stretching of the paravertebral musculature is performed for 30 seconds.</p>	<p>In quadruped, the patient takes an inspiration, then elevates one arm and the opposite leg, performing a previous contraction of the lumbar stabilising muscles and in the expiratory phase. Each arm and the opposite leg alternate in each repetition.</p>



Exercise 5:	Description:
<p>Step from sitting to standing. Repetitions: 8–12. Series: 3–4. Rest: Active. In quadruped, a movement of the rachis is made from flexion to extension (10 times).</p>	<p>Sitting on the edge of a chair, the patient is asked to find a neutral pelvic position, keeping the feet resting on the floor with one of them in front of the other. After inspiration, a lumbar stabilisation is performed and, advancing the body, the patient rises into a standing position. The return to sedestation is performed in the same way, returning to the chair and the starting position.</p>
	

Appendix 4: Orthopaedic Manual Physical Therapy Protocol

Technical	Description	Image
Postero-anterior mobilisations	<p>Passive mobilisations in the posteroanterior direction grade 1–2 at the vertebral level L4–L5 with a velocity of 2 Hz for 2 minutes, 3 sets. (Perry & Green, 2008)</p>	
Bilateral lumbopelvic traction	<p>Bilateral lumbopelvic oscillatory traction with cinch for 2 minutes at a rate of 2 Hz in cranial-caudal direction looking for a decompression effect of both the lumbar region and the coxofemoral joint for 3 sets. (Gay & Brault, 2008; Holtzman et al., 2012)</p>	

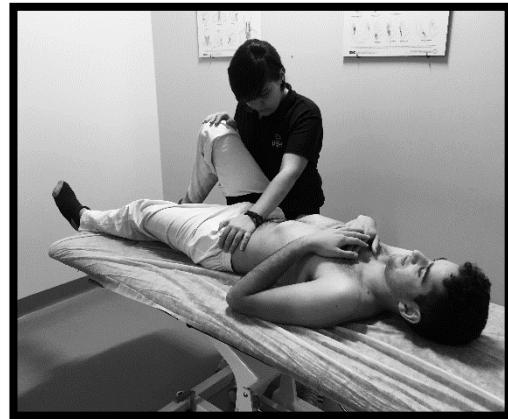
**Mobilisation
of the neural
tube**

Sliding of the neural tube, alternating near-distal tensions at speed of between 0.5 Hz and 1 Hz, performing 3 sets of 10 repetitions. While the physiotherapist performs a craniocervical flexion with an anteroposterior mobilisation in the thoracic region, the patient maintains knee flexion. In contrast, when the physiotherapist brings the craniocervical and thoracic region to the initial position, the patient



extends the leg over the
opposite side. (Nagrle,
Patil, Gandhi, & Learman,
2012)

Distraction technique of
the lateral coxofemoral
joint maintained by a
cinch; in turn, the
Coxofemoral physiotherapist performs a
traction with passive mobilization in
movement internal rotation of the
same. The volume and
frequency is 3 sets of 12
repetitions.



DISCUSIÓN

7. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta tesis fortalecen las conclusiones de investigaciones anteriores en las que demuestran que los pacientes con DLCI pueden presentar alteraciones sensoriomotoras, cognitivas y afectivas (Ganesh, Chhabra, & Mrityunjay, 2015; La Touche et al., 2019; Meints et al., 2019; Nieto-García, Suso-Martí, La Touche, & Grande-Alonso, 2019; O'Neill et al., 2019; Pérez-Fernández et al., 2015; Shanbehzadeh, Salavati, Talebian, Khademi-Kalantari, & Tavahomi, 2018; Simon et al., 2016). Además, ofrece nuevas líneas de investigación sobre aquellas variables que participan en la experiencia de dolor que hasta el momento han sido poco estudiadas en esta población.

Por otro lado, debido a los hallazgos encontrados a lo largo de estas investigaciones hemos podido comprobar la efectividad de un abordaje bioconductual en pacientes con DLCI, lo cual fortalece las últimas investigaciones sobre la efectividad de los distintos abordajes desde la fisioterapia, alejándonos de enfoques de tratamientos pasivos, a pesar de que es necesario realizar más estudios de investigación ya que existe mucha heterogeneidad en los tipos de abordaje del DLCI (Fersum et al., 2019; Kamper et al., 2014; O'Keeffe et al., 2019; O'Sullivan et al., 2015). A continuación, se realiza una discusión en profundidad sobre los resultados de las investigaciones realizadas, en base a los objetivos descritos anteriormente.

7.1 Relación entre la expansión del dolor y la búsqueda de ayuda sanitaria.

El objetivo principal del estudio I fue evaluar si existen diferencias en cuanto a la expansión del dolor entre pacientes con DLCI que buscan ayuda sanitaria y pacientes con DLCI que no buscan ayuda sanitaria. En cuanto a este objetivo, los resultados del estudio mostraron que los pacientes con DLCI que buscaron atención tenían casi el doble de regiones afectadas por el dolor que los que no buscaron atención.

El mapa de dolor corporal es una herramienta que proporciona información relevante. Su uso también se ha tenido en cuenta para evaluar el estado psicológico de los pacientes, ya que se ha observado que cuanto mayor es el número de zonas de dolor, mayor es el impacto que los factores psicológicos ejercen sobre el estado clínico (Haefeli & Elfering, 2006). En nuestro estudio, los pacientes con una mayor expansión del dolor y que buscaron atención sanitaria, presentaron un mayor nivel de ansiedad y depresión, de manera significativa, con un tamaño de efecto medio en comparación con aquellos pacientes con DLCI que no buscaron ayuda sanitaria. Estos datos concuerdan con estudios anteriores, en los que los pacientes con DC en varias regiones del cuerpo al mismo tiempo tenían niveles de ansiedad que se consideraban patológicos en comparación con los pacientes que tenían un dolor más localizado. Además, tenían mayor depresión y sentimientos de angustia (Abbott, Foster, Hamilton, Ravenwood, & Tan, 2015; Muñoz-García et al., 2016).

Las pruebas han demostrado que la variable de expansión del dolor, no sólo se correlaciona con variables psicológicas, sino también con variables somatosensoriales, como la gravedad de los síntomas o la hiperalgesia mecánica (Ferrer-Peña, Muñoz-García, Calvo-Lobo, & Fernández-Carnero, 2018). Nuestros resultados mostraron que los pacientes con mayor expansión del dolor y que buscaban ayuda, presentaban una mayor alteración en la intensidad del dolor y una mayor ingesta de medicamentos al mes. La expansión del dolor y la presencia de alodinia generalizada, incluyen como mecanismo neurofisiológico subyacente un posible proceso de SC (Lluch-Girbés et al., 2016). Este proceso podría explicar por qué los pacientes que buscan ayuda tienen una mayor expansión del dolor y, por tanto, una mayor intensidad de este, una mayor duración de los síntomas y una mayor implicación de las variables psicológicas.

En esta línea, y teniendo en cuenta otras variables de carácter funcional que se evaluaron en el estudio I, nuestros resultados encontraron que aquellos pacientes con mayor expansión del

dolor que también buscaban ayuda presentaban una restricción de movimiento significativamente mayor en comparación con los otros grupos. Otros estudios han demostrado que los pacientes con DLCI tenían una mayor restricción de movimiento y una menor velocidad de ejecución en comparación con los individuos asintomáticos (Laird, Gilbert, Kent, & Keating, 2014; Sadler, Spink, Ho, De Jonge, & Chuter, 2017). Esta reducción de la amplitud de movimiento y la velocidad de ejecución se asocian con variables de naturaleza psicológica, como el miedo de movimiento. Estos resultados están en línea con los resultados obtenidos por Landmark, que muestran que la presencia de dolor generalizado implica una alteración en funcionalidad (Landmark et al., 2013).

Otra variable funcional que evaluamos y analizamos en base a la expansión del dolor fue, la estabilidad dinámica, nuestros resultados demostraron diferencias significativas entre ambos grupos sintomáticos con respecto al grupo asintomático, pero en ningún caso se apreciaron diferencias entre la búsqueda de ayuda y la expansión del dolor. La evidencia disponible hasta ahora muestra que el equilibrio dinámico se reduce en los pacientes con DLCI (Hooper et al., 2016). Aun así, un estudio reciente sobre pacientes con DC de cadera también había demostrado que la estabilidad dinámica en esta población estaba alterada y se correlacionaba con variables cognitivas y sensoriales (Ferrer-Peña., Moreno-López., Calvo-Lobo., López-de-Uralde-Villanueva., & Fernández-Carnero, 2018).

En el estudio I, consideramos importante definir, teniendo en cuenta los resultados obtenidos, qué factores pueden influir en la búsqueda de atención en los pacientes con DLCI. Numerosos estudios han determinado que la tasa de transición de los pacientes sin dolor generalizado hacia los que padecen una mayor expansión del dolor varía entre el 9% y el 25% (Jones et al., 2011; Larsson, Björk, Börsbo, & Gerdle, 2012; McBeth, Lacey, & Wilkie, 2014; Viniol et al., 2015). Un estudio reciente publicado en 2019, determinó que la tasa de desarrollo de un DC con una mayor expansión del dolor en un período de 1 año en la

población general es del 5% y que los factores que más contribuyen a este desarrollo son la cronicidad, la gravedad de los síntomas y la implicación de al menos 2 de las 5 regiones corporales totales en las que se divide la interpretación del gráfico corporal (Landmark, Romundstad, Butler, Kaasa, & Borchgrevink, 2019). Así pues, dado que nuestros resultados indican que hay diferencias estadísticamente significativas en la expansión del dolor entre los que buscan y los que no buscan atención médica en términos de edad, intensidad del dolor y discapacidad, consideramos que estas características del paciente son relevantes.

La revisión sistemática más reciente determinó que, debido a la actual heterogeneidad metodológica, es difícil determinar con claridad qué factores sociales podrían conducir a la búsqueda de atención sanitaria. Aun así, se estima que la tasa de prevalencia del uso del sistema de salud por parte del DLCI en Europa es inferior a la de otros países como los Estados Unidos (Beyera, Brien, & Campbell, 2019). En relación con las diferencias de edad, se estima que la prevalencia del DLCI aumenta gradualmente a partir de los 30 años, lo que podría contribuir a una mayor demanda de atención sanitaria a una edad más tardía (Hoy et al., 2010). Los estudios de investigación han encontrado una correlación positiva entre la edad y el uso de servicios médicos, lo que podría justificar la diferencia significativa entre los grupos con los que comenzamos en este estudio (Jacob, Zeev, & Epstein, 2003; Ono et al., 2015; Szpalski, Nordin, Skovron, Melot, & Cukier., 1995). Por el contrario, otras características sociodemográficas, como el estado civil, no han mostrado ninguna asociación significativa con el uso del sistema de salud (Ono et al., 2015).

Por otra parte, ciertas características de la experiencia de dolor, como la intensidad del dolor, son factores relacionados con la búsqueda de atención sanitaria (Beyera, Brien, & Campbell, 2019). Dado que esto concuerda con los resultados observados en este estudio, una serie de factores sociodemográficos y relacionados con el dolor podrían contribuir a la búsqueda de atención sanitaria.

De manera similar, un estudio sobre pacientes con DLCI determinó que el deterioro de la funcionalidad y la discapacidad son factores positivamente asociados con la búsqueda de atención médica (Ferreira et al., 2010). Por lo tanto, teniendo en cuenta estudios sobre pacientes en otras condiciones de DC, la búsqueda de atención podría implicar la presencia de estrategias de afrontamiento pasivas. Estas estrategias han mostrado una correlación con una mayor intensidad del dolor, una menor funcionalidad y mayores tasas de discapacidad (Alhowimel et al., 2018; Du et al., 2017; Jackson et al., 2014; Knittle et al., 2011). Los factores psicológicos también tienen una elevada influencia en los pacientes con DC; los más influyentes son el miedo al movimiento, la ansiedad y la depresión. Los resultados de este estudio mostraron diferencias significativas entre todos los grupos de estudio; el miedo al movimiento fue la diferencia más notable entre los individuos con DLCI que buscaban ayuda y los individuos asintomáticos, con un tamaño del efecto grande. En relación con nuestros resultados, un estudio había demostrado en pacientes con disfunción temporomandibular crónica, que la decisión de buscar ayuda se relacionaba con una mayor intensidad del dolor y un mayor miedo al movimiento (Rollman, Visscher, Gorter, & Naeije, 2012). Este resultado, está en línea con nuestros resultados, dado que los pacientes con DLCI que buscaron atención médica tuvieron un mayor miedo al movimiento que los que no buscaron ayuda, con un tamaño del efecto grande.

Estos resultados también podrían deberse a una diferencia estadísticamente significativa en el nivel de AF entre los grupos, que puede contribuir a una alteración del sistema inhibitor del dolor; sin embargo, también se ha observado que los pacientes con DC que realizan AF pueden mejorar su sintomatología y su función física (Geneen et al., 2017). Aun así, algunos estudios han demostrado que no existe una relación directa entre los niveles de AF y la intensidad del dolor; en cambio, el nivel de AF podría estar asociado con la funcionalidad (Griffin, Harmon, & Kennedy, 2012; Hendrick & Hale, 2011). En esta línea, un estudio

reciente en pacientes con DLCI que realizaban AF de manera regular, a pesar de su dolor, no mostraron diferencias en el ROM y la estabilidad dinámica en comparación con los individuos asintomáticos. Por lo tanto, esta podría ser una razón por la cual aquellos que buscan ayuda y que también tienen un nivel más bajo de AF tienen diferencias estadísticamente significativas, con un mayor tamaño del efecto, en comparación con los individuos asintomáticos en esas variables funcionales (Nieto-Garcia, Suso-Marti, La Touche, & Grande-Alonso, 2019).

7.2 Factores predictivos de la expansión del dolor

En el estudio I, uno de los objetivos era determinar cuáles son los factores predictivos de la expansión del dolor en pacientes con DLCI que buscan asistencia sanitaria. En esta línea, un estudio anterior demostró que la combinación de variables psicológicas como el miedo al movimiento y a la discapacidad, así como la intensidad del dolor, explicó la estabilidad dinámica en el 43,8% de los individuos con DC de cadera (Ferrer-Peña et al., 2018). Estos datos son importantes, dada la relación entre el DLCI y el dolor de cadera, sobre todo teniendo en cuenta que, en nuestro estudio, la estabilidad dinámica junto con la depresión y/o el ROMFE fueron variables predictivas de la expansión del dolor.

Teniendo en cuenta los factores pronósticos del DLCI, se ha demostrado que la presencia de depresión y ansiedad influyen en el mantenimiento y la recurrencia de los síntomas (Castro et al., 2011; Croft, Dunn, & Raspe, 2006). Un estudio publicado en 2015 había determinado que la depresión era el factor psicológico más poderoso relacionado con la discapacidad (Hung, Liu, & Fu, 2015). Por otra parte, hay pocas pruebas sobre posibles predictores de la expansión del dolor. Nuestro estudio muestra que variables como la estabilidad dinámica, en combinación con la depresión y/o ROMFE, pueden predecir la expansión del dolor en el 34,6% y el 48,5% (PA y NS respectivamente) de quienes buscaron atención. Es importante señalar que la expansión del dolor es un potente predictor de una alteración en la modulación

del dolor, además de la influencia de variables como la ansiedad, la baja expectativa de recuperación y la hipersensibilidad en diversas afecciones de DM (Clark, Yeowell, Nijs, & Goodwin, 2017; Smart, Blake, Staines, & Doody, 2010). Por otra parte, entre los predictores de la expansión del dolor en los pacientes con DLC se encuentran la presencia de síntomas psicosomáticos, el sexo femenino y una larga duración de los síntomas (Viniol et al., 2015).

7.3 Diferencias entre sujetos asintomáticos y pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico en la capacidad de formar imágenes motoras cinestésicas y visuales.

En el estudio II se tenía como objetivo evaluar la capacidad de generar imágenes motoras visuales y cinestésicas, así como el tiempo empleado en esta tarea mental en pacientes con DLCI. Los resultados del estudio mostraron que los pacientes con DLC tienen mayor dificultad para generar imágenes motoras tanto visuales como cinestésicas en comparación con los sujetos asintomáticos, además de una necesidad de mayor tiempo para realizar la tarea mental. Estos resultados están de acuerdo con la evidencia científica disponible, Pijnenburg y colaboradores, demostraron que los pacientes con DLC necesitaban más tiempo para realizar una tarea mental (Pijnenburg et al., 2015). También observaron, a través de estudios de neuroimagen, que había una disminución de la conectividad funcional entre las diversas áreas corticales involucradas en el proceso de integración sensoriomotora. Además, se ha observado, que la presencia de dolor mantenido puede provocar una alteración a nivel cortical, lo que lleva a un aumento de la actividad de las redes de modo predeterminado al dolor, incluso cuando el cerebro está en estado de reposo (Tagliazucchi, Balenzuela, Fraiman, & Chialvo, 2010). Este proceso podría conducir a una alteración de las conexiones funcionales relacionadas con la planificación y ejecución motriz. En los pacientes con DLCI, la información somatosensorial también podría verse alterada debido a la presencia de dolor mantenido.

Por lo tanto, los pacientes con DLCI podrían presentar alteraciones en la entrada, integración y procesamiento de la información, afectando así, a la capacidad de generar imágenes motoras. Estas alteraciones son una posible explicación para los resultados obtenidos en el presente estudio. En un estudio realizado con entrenamiento de lateralidad en participantes asintomáticos bajo diversas condiciones y situaciones, se observó una interferencia en la entrada, generando resultados menos exitosos durante la prueba de lateralidad, concluyendo así que, si la entrada de información está alterada, el proceso de IM podría resultar también alterado (McCormick, Zalucki, Hudson, & Moseley, 2007).

Por último, es importante señalar que numerosos estudios han afirmado que la presencia de DC puede generar una distorsión del área afectada en la representación corporal a nivel cortical. Esta distorsión podría ser otra de las razones por las que los pacientes con DLCI presentan una mayor dificultad para realizar una tarea mental de un gesto motor, especialmente si ese gesto evoca la experiencia del dolor. Esta distorsión de la representación corporal interna se debe a una posible incongruencia entre las entradas sensoriales y las salidas motoras (Moseley, McCormick, Hudson, & Zalucki, 2006).

7.4 Influencia de los factores psicológicos sobre el proceso de crear imágenes mentales en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico.

En los estudios II y III, también se tiene como objetivo analizar si hay relación entre la capacidad de generar imágenes motoras cinestésicas y visuales y variables de corte psicológico, motor o somatosensorial. Las variables psicológicas juegan un papel crítico en el proceso del DC (Hashmi et al., 2013). Los pacientes con un diagnóstico de DLCI normalmente experimentan pensamientos catastrofistas sobre su dolor, así como conductas de miedo-evitación hacia aquellos gestos motores que han generado dolor en algún momento (Moseley, 2004).

Basándose en los resultados obtenidos en el estudio II, los pacientes con DLCI presentaron diferencias estadísticamente significativas en la variable de miedo al movimiento con respecto a los participantes asintomáticos y también presentaron una correlación negativa con respecto a la capacidad de generar tanto imágenes cinestésicas y visuales. En relación con estos resultados, otro estudio encontró que, en los pacientes con síndrome de dolor complejo regional, la OA de varios movimientos de la muñeca causó un aumento de los síntomas con diferencias significativas en comparación con el grupo de participantes asintomáticos (Moseley et al., 2008). Además, se encontró que el aumento del dolor al realizar la tarea mental se correlacionó positivamente con un mayor índice de catastrofismo y kinesiofobia (Moseley et al., 2008).

Esta relación podría explicarse por los hallazgos de otro estudio que encontró, a través de neuroimagen, una atenuación de la conexión funcional entre la amígdala y la sustancia gris periacueductal en pacientes con DLCI y altos niveles de miedo al movimiento (Meier et al., 2017).

Por lo tanto, el miedo al movimiento podría jugar un papel clave en la presencia de dolor. Nuestra hipótesis es que la entrada de información somatosensorial dolorosa puede afectar a la correcta planificación del movimiento, lo que podría afectar a su posterior capacidad de imaginarlo. El modelo de miedo-evitación también ha sido analizado en relación con la actividad motora (Vlaeyen & Linton, 2000). Los investigadores observaron que los pacientes con altos niveles de miedo presentaban alteraciones en el procesamiento de la información (Vlaeyen & Linton, 2000). Una posible causa de este hallazgo es que estos pacientes prestan excesiva atención a las señales potenciales de amenaza del ambiente, lo que hace más difícil enfocar su atención en otras tareas como el movimiento activo. Además, se descubrió que el miedo al movimiento está asociado con la evitación de movimientos potencialmente dolorosos (Moseley, 2004). Esta evitación subyace a un síndrome de desuso y un pobre

rendimiento motor (Crombez, Vervaeke, Lysens, Baeyens, & Eelen, 1998). Es posible que algunos de estos fenómenos también influyan en la capacidad de generar imágenes motoras, otra posible explicación para nuestros resultados. Ese mismo estudio también encontró correlaciones positivas entre el nivel de autoeficacia del DC y la capacidad de generar imágenes motoras cinestésicas. Estos resultados van en la línea del estudio III de esta investigación, según el cual se observó que aquellos pacientes con DLCI y una menor habilidad para generar imágenes motoras cinestésicas y visuales, presentaron un menor nivel de autoeficacia. Se ha demostrado que los pacientes con DLCI que presentan mayores niveles de autoeficacia presentan estrategias de afrontamiento activas ante su dolor, lo que no solo influye sobre la condición física del paciente sino también sobre una mejor integración de la información somatosensorial (Duray et al., 2018; La Touche et al., 2019). Estos datos parecen sugerir que, presentando mayores niveles de autoeficacia, en presencia de DC, junto con una menor percepción de discapacidad, podría tener una influencia positiva en la capacidad de generar imágenes motoras cinéticas.

Algunos autores han evaluado la variable de autoeficacia y encontraron una relación inversa entre esta variable y la percepción del dolor. Además, los pacientes con mayores niveles de autoeficacia mostraron menos discapacidad y obtuvieron mejores resultados de sus tratamientos (Strong, Westbury, Smith, McKenzie, & Ryan, 2002; Turk & Okifuji, 2002). Es por ello por lo que nuestra hipótesis de que la mejora del dolor y una disminución de la discapacidad en los pacientes con mayores niveles de autoeficacia podría mejorar secundariamente su capacidad de generar imágenes motoras mentales.

7.5 Enfoque mediante ejercicio terapéutico y educación terapéutica sobre la capacidad de formar imágenes motoras cinestésicas y visuales en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico.

Los resultados del estudio III, demostraron que el grupo de pacientes con una menor capacidad de formar imágenes motoras cinestésicas y visuales, y que por lo tanto se sometió a la intervención, presentaron de base una menor fuerza lumbar, menor resistencia lumbar y menores niveles de autoeficacia en comparación con el grupo de pacientes con mayor capacidad para generar imágenes cinestésicas y motoras visuales.

Hasta el momento existe una falta de evidencia sobre la efectividad de la realización de EdT y ET para la mejora de la capacidad de formar imágenes motoras cinestésicas y visuales. En esta línea, nuestros resultados obtenidos mediante un tratamiento basado en la combinación de EdT y ET demostró ser efectivo un mes después de la intervención para mejorar dicha capacidad mediante el MIQ-R, además de aumentar la fuerza y la resistencia de la región lumbar.

Estos resultados pueden venir dados porque, la aplicación de EdT y ET supone una modificación de las creencias erróneas y un aumento de la autoeficacia dotando al paciente de estrategias de afrontamiento activas, pero además de esto, la inclusión de técnicas de representación del movimiento como la OA o la IM incluidas en el protocolo de EdT podrían haber supuesto una mejora también en la capacidad de formar imágenes motoras cinestésicas y visuales. Estas técnicas se emplean cuando los pacientes presentan limitación de movimiento, dolor y/o miedo al movimiento. A nivel neurofisiológico, activan el mismo mecanismo neurocognitivo (planificación y ejecución) que se ocupa de la ejecución real. En consonancia con los resultados del estudio III, Losana-Ferrer y colaboradores, concluyeron recientemente que la IM y la OA, combinadas con un programa de fuerza de agarre de la mano, son técnicas eficaces para aumentar la fuerza cuando se comparaban con un grupo de

control que incluía sólo el programa de fuerza de agarre de la mano (Losana-Ferrer, Manzananas-López, Cuenca-Martínez, Paris-Aleman, & La Touche, 2018). Además, la prescripción de ET se ha demostrado que provoca una mejora de la resistencia y la fuerza en los pacientes con DLCI (Searle, Spink, Ho, & Chuter, 2015). Es por lo que la combinación de ambas técnicas, mediante un abordaje cognitivo-conductual, puede ser la razón por la que existió una mejoría no solo en variables funcionales sino también en la capacidad de realizar tareas mentales. Estudios anteriores, demuestran que la capacidad de generar imágenes mentales es mayor en aquellos sujetos que realizan AF, además de que emplean menor tiempo para generar imágenes motoras cinestésicas y visuales (Di Corrado, Guarnera, & Quartiroli, 2014; Guillot & Collet, 2005). Esta razón, también podría justificar nuestros resultados ya que la aplicación de ET como parte de la intervención podría influir de forma directa sobre los mismos. La terapia cognitivo-conductual que incluye la educación ha demostrado ser un medio para disminuir el dolor inhibiendo la transmisión de los impulsos de dolor en las neuronas terciarias, mostrando que la actividad del sistema nervioso central cambia en respuesta a los cambios en los patrones de pensamiento (Scrivani, Khawaja, & Bavia, 2018). Por lo tanto, es posible que la adición de IM u OA, que forman parte dentro de un programa de EdT junto al ET pueda mejorar variables de carácter físico y cognitivo.

7.6 Abordaje bioconductual con o sin terapia manual en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico.

Los resultados y la discusión anterior nos llevan a plantearnos la cuestión de si la adición de TM a un abordaje basado en educación y ET puede suponer una mayor mejora sobre variables psicológicas y sensoriomotoras. Por lo que en el estudio IV demostró que ambas intervenciones causaron una disminución estadísticamente significativa en todas las variables, aunque no se encontraron diferencias significativas entre los grupos en el postratamiento y en el seguimiento a tres meses. Numerosos estudios han demostrado

diferencias significativas a favor de la combinación de técnicas en comparación con la realización de estas de forma independiente o con respecto a intervenciones médicas basadas en la farmacología (Aure, Nilsen, & Vasseljen, 2003; Beltran-Alacreu, López-de-Uralde-Villanueva, Fernández-Carnero, & La Touche, 2015; Bennell et al., 2010; Bronfort et al., 2011; Ebell & Grad, 2017; Enthoven, Roelofs, Deyo, Van Tulder, & Koes, 2016; Moseley, 2002; Senna & MacHaly, 2011). Además, la evidencia científica muestra que el enfoque bioconductual es efectivo en pacientes con DLCI (Hall et al., 2018); también, estudios de investigación en otras condiciones de DC han demostrado la efectividad de este enfoque en combinación con ET en términos de variables físicas y psicológicas (Beltran-Alacreu, López-de-Uralde-Villanueva, Fernández-Carnero, & La Touche, 2015; López-de-Uralde-Villanueva et al., 2018; Marcos-Martín et al., 2018; O’Keeffe et al., 2016).

Aun así, sabemos que hay una falta de pruebas sobre el efecto de la TM dentro de este enfoque multimodal en pacientes con DLCI. Basándonos en esto, es importante tener en cuenta que los expertos en DC sugieren que el tratamiento más apropiado en pacientes con SC es la combinación de la EdT y el ET (Elizagaray-garcía, Muriente-gonzález, & Gil-martínez, 2016; Nijs et al., 2017, 2014).

De acuerdo con los resultados, un ensayo clínico realizado en 2013 en pacientes diagnosticados con DLCI concluyó que la terapia bioconductual obtuvo mejores resultados que la TM y el ET, en un seguimiento de 12 meses (Fersum, Sullivan, Skouen, Smith, & Kvåle, 2013). Estos resultados podrían deberse a la importancia de incluir estrategias de afrontamiento activas dentro del marco de la terapia bioconductual, lo que podría influir sobre factores afectivos y cognitivos, mejorando así indirectamente variables como la intensidad de dolor.

En cuanto a las variables psicosociales, se ha demostrado que las puntuaciones más bajas en relación con el miedo al movimiento y el catastrofismo ante el dolor se asociaban con una menor percepción del dolor, siendo estas variables, predictoras de la recurrencia de los episodios de dolor (Meyer, Tschopp, Sprott, & Mannion, 2009). Nuestro estudio demostró que se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas con grandes tamaños de efecto después del tratamiento y en el seguimiento a tres meses. Ambos grupos superaron el cambio mínimo detectable de la intensidad de dolor, del miedo al movimiento y del catastrofismo ante el dolor (George, Valencia, & Beneciuk, 2010; Hapidou et al., 2012). Además, la influencia de factores cognitivos negativos como la hipervigilancia y la rumiación se ha asociado a una falta de autoeficacia en este tipo de población (de Moraes Vieira, de Góes Salvetti, Damiani, & de Mattos Pimenta, 2014; Sullivan, Thorn, Haythornthwaite, Keefe, Martin, Bradley, 2001), ya que el nivel de autoeficacia es una variable predictiva en la recuperación de los pacientes con DLCI (Du & Yuan, 2010). Los estudios de investigación han demostrado que es importante realizar una evaluación de las creencias de autoeficacia, ya que se ha observado que están correlacionadas con la intensidad del dolor y la discapacidad. A su vez, la presentación de estrategias de afrontamiento pasivas denota una falta de autoeficacia en esta población, potenciando las conductas no verbales de dolor, como la ingesta de medicamentos (Åsenlöf & Söderlund, 2010; Du et al., 2017; Ferrari, Chiarotto, Pellizzer, Vanti, & Monticone, 2015; Ferreira-Valente, País-Ribeiro, & Jensen, 2014; Jackson et al., 2014; Koleck, Mazaux, Rascle, & Bruchon-Schweitzer, 2006; Martel, Wideman, & Sullivan, 2012; Woby, Roach, Urmston, & Watson, 2007). Nuestro estudio muestra que ambos grupos obtuvieron una mejoría superior al cambio mínimo importante en la discapacidad; se demostró una reducción entre 2 y 5 puntos en el Cuestionario de Discapacidad de Roland-Morris (Roland & Fairbank, 2000; Stratford et al., 1996). Creemos que los resultados de este estudio se deben a que ambos grupos recibieron la misma

intervención basada en ET y EdT, lo que mejoraría el aumento de la autoeficacia y las estrategias activas de afrontamiento para ambos grupos.

De acuerdo con nuestros resultados, un meta-análisis sobre la eficacia de diferentes intervenciones en el DLCI muestra que no hay diferencias significativas entre los enfoques físicos y los enfoques conductuales/psicológicos para esta patología, concluyendo que se deberían realizar más estudios de investigación y adaptarlos a las necesidades de rehabilitación de cada paciente (O'Keeffe et al., 2016). Por otra parte, la literatura anterior ha demostrado que el ET es la causa fundamental de mejoras significativas en las variables funcionales, físicas y somatosensoriales. En cuanto a la discriminación de dos puntos, es importante señalar que los estudios de investigación muestran que esta alteración puede deberse a una distorsión de la representación corporal a nivel de la corteza somatosensorial o a nivel medular, influenciada por la intensidad del dolor, que se relaciona con un fenómeno de convergencia entre la corteza motora y la corteza somatosensorial (Adamczyk et al., 2018; Macdonald et al., 2009; Pleger et al., 2001, 2003; Schmidt-Wilcke et al., 2018; Tegenthoff et al., 2005). Al mismo tiempo, varios estudios de investigación han demostrado que el entrenamiento de la sensibilidad táctil en pacientes con DLCI causa una mejora significativa en la capacidad de discriminación de dos puntos, además de una disminución en la intensidad del dolor (Gutknecht, Manning, Waldvogel, Wand, & Luomajoki, 2015; Trapp et al., 2015). Nuestro estudio obtuvo mejoras significativas en ambos grupos, pero no se pudo asegurar que esta mejora se debiera a un entrenamiento sensorial, ya que no se realizó ningún entrenamiento de este tipo en este estudio. Es posible que la relación existente entre la distorsión del esquema corporal y la intensidad del dolor haya sido influenciada por la reducción de la última variable.

Otro problema que puede ocurrir en pacientes con DC es la alteración de la magnitud de la ST de estímulos. Los estudios de investigación realizados en participantes asintomáticos y

pacientes con diversas condiciones de DC han obtenido diferencias significativas en la magnitud de la ST de estímulos mediante el uso de programas de ET debido a los efectos hipoalгésicos generados y a la mejora de los factores psicológicos que influyen en la experiencia de dolor (Cruz-almeida et al., 2013; George, Bishop, Bialosky, Jr, & Robinson, 2006; Picavet, Vlaeyen, & Schouten, 2002).

Por otro lado, se ha observado que tanto la resistencia muscular como el CM pueden verse alterados en esta población, aunque no está claro si esta alteración se debe a la presencia de dolor o a un desacondicionamiento de la musculatura. Una revisión sistemática mostró que los ejercicios de CM no presentan diferencias significativas con respecto a otras modalidades de ET, según la intensidad del dolor y la discapacidad en pacientes con DLCI (Saragiotto et al., 2016). En la misma línea, el último metaanálisis realizado en el año 2020, concluye que la aplicación de ejercicios de estabilización o CM en pacientes con DLCI presenta un efecto positivo en cuanto al dolor y a la discapacidad percibida se refiere pero no se puede concluir si aporta mayores beneficios que otras modalidades (Niederer & Mueller, 2020). Es por esto por lo que los resultados de este estudio no permiten determinar qué porcentaje del éxito del tratamiento se debe a estos ejercicios basados en la estabilización y tampoco podemos determinar los posibles resultados obtenidos con otro modelo de ET. Sin embargo, creemos que el componente de aprendizaje y la distracción cognitiva que presentan los ejercicios de CM podría justificar su inclusión en la terapia bioconductual. Es importante destacar que otros estudios de investigación apuntan a una posible relación entre las variables psicológicas y la alteración de la resistencia, demostrando que los pacientes con DLCI que presentan altos niveles de catastrofismo, también presentan menor resistencia en la región lumbar, sugiriendo que la mejora sobre las variables psicológicas podría ser una de las razones del aumento de la resistencia muscular (Larivière, Bilodeau, Forget, Vadeboncoeur, & Mecheri, 2010). En relación con nuestros resultados, sospechamos que la resistencia de

los extensores puede verse afectada por la cronicidad y la sintomatología del paciente porque, en muchos casos, los pacientes detuvieron la prueba debido a la aparición de dolor, no por fatiga. Esta explicación se debe posiblemente al tratamiento realizado, dado que el protocolo de ET se basaba en un programa de CM y no incluía un entrenamiento específico de resistencia de los extensores. Finalmente, considerando que la experiencia del dolor es multifactorial, los resultados obtenidos en nuestra investigación podrían deberse al cambio de paradigma producido en los pacientes. Louw y colaboradores, en 2017, sugirieron la combinación de la TM y la EdT podría ser contradictoria para los pacientes porque los modelos de EdT del paciente recomiendan la participación activa, mejorando aspectos importantes en el DC como la autoeficacia, y teniendo en cuenta que la aplicación de la TM podría servir como inicio del tratamiento para generar analgesia endógena (Louw et al., 2017). Además, debemos considerar la importancia de la aplicación de la TM en pacientes con DC en términos de variables como la percepción global del cambio del paciente, ya que observamos diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo que recibió la TM, así como la influencia que este tipo de técnica tiene en la satisfacción del paciente o en la posible adherencia al tratamiento.

7.7 Limitaciones y futuras líneas de investigación

Esta investigación presenta una serie de limitaciones que se deben tener en cuenta a la hora de interpretar los resultados. En primer lugar, debemos tener en cuenta que, sobre aquellos estudios transversales expuestos en esta tesis, no podemos establecer relaciones causa-efecto y debemos interpretar los resultados con cautela, al igual que los resultados obtenidos tras la aplicación de una intervención.

Otra limitación general para todos los estudios es que únicamente se controló la ingesta de medicación durante la intervención (exceptuando que tenían como criterio de inclusión en todos los estudios no ingerir analgésicos 24-48 horas antes de la evaluación inicial) y la

frecuencia con la que lo ingerían, pero no se controló el tipo de medicamento ya que pueden influir sobre la evaluación de variables somatosensoriales, físicas y psicológicas, además de la posible influencia sobre el proceso de formar imágenes motoras.

Otra limitación importante, sobre el Estudio I, es la necesidad de realizar una evaluación más exhaustiva de la esfera somatosensorial ya que se trata de una población con riesgo de desarrollo de procesos de SC. A su vez, en el estudio I, existieron diferencias significativas en el análisis descriptivo entre grupos, en cuanto a la edad y el nivel de AF, pero la evidencia disponible determina que los pacientes en situación de búsqueda de ayuda sanitaria suelen presentar una mayor edad y un nivel de AF más bajo.

En cuanto al estudio II y III, sabemos que la evaluación de la capacidad de formar imágenes motoras cinestésicas y visuales mediante el MIQ-R es válida y fiable, pero sería interesante la evaluación mediante un sistema con una mayor objetivación y teniendo en cuenta el comportamiento del sistema nervioso autónomo ante procesos de IM.

En cuanto a las limitaciones con respecto a las intervenciones (Estudio III y IV), sería interesante ofrecer un seguimiento a largo plazo y no solo a corto y medio plazo. A su vez, también sería interesante comprobar los efectos inmediatos y la adherencia al tratamiento para valorar de manera objetiva como influye la aplicación de TM en otras condiciones, por último, consideramos que es una limitación importante la no evaluación de los conceptos del programa de EdT ya que podría haber aportado información relevante.

Por otro lado, consideramos que sería interesante la inclusión de otro grupo de análisis en el estudio IV, basado en el abordaje habitual que se suele realizar sobre estos pacientes o compuesto a partir de aquellos pacientes con DLCI que se encuentran en lista de espera para poder establecer resultados más sólidos. A su vez, es importante añadir que el cálculo del tamaño de la muestra en el estudio IV, se realizó en base a un estudio piloto teniendo en

cuenta solo la variable principal de estudio por lo que sería interesante tener en cuenta todas las variables a analizar.

Por último, debemos destacar que todos los estudios incluidos en esta tesis han seguido un muestreo consecutivo por lista de espera en dos centros de salud de atención primaria. Se trata de una limitación importante ya que los resultados se deben tomar con precaución porque no han seguido un tipo de muestreo aleatorio simple.

7.8 Implicaciones prácticas y clínicas.

La realización de esta tesis nos lleva a sacar una serie de implicaciones prácticas y clínicas. En primer lugar, en cuanto al análisis multidimensional en pacientes con DLCI, podemos observar que además de una evaluación basada en variables sensoriomotoras y psicológicas, es importante incluir variables hasta el momento poco estudiadas en esta población.

Según los resultados de esta tesis, podemos observar que la evaluación de la capacidad de formar imágenes motoras cinestésicas y visuales, la expansión del dolor de forma objetiva o el registro de situación de búsqueda o no búsqueda de asistencia sanitaria, son variables de carácter importante a nivel clínico, tanto en la evaluación como en el tratamiento.

Por otro lado, y en la línea de lo descrito anteriormente, la utilización de técnicas como IM u OA como parte del protocolo de EdT, podría beneficiar al paciente en procesos cognitivos como la capacidad de formar imágenes mentales, lo que podría revertir en otras variables de carácter somatosensorial, físico o psicológico. Además, la aplicación de un abordaje mediante ET y EdT es una opción de tratamiento adecuada en pacientes con DLCI, de hecho distintos estudios de investigación han demostrado que es la opción de tratamiento más adecuada en pacientes con DC y con un posible proceso de SC subyacente a su condición clínica (Nijs et al., 2017; Wood & Hendrick, 2019). La introducción al paciente a un abordaje mediante EdT y ET es necesario para su correcta evolución y así dotarle de estrategias de

afrentamiento adecuadas, pero en ocasiones, en la clínica podemos observar que no podemos introducir en este modelo de tratamiento a todos los pacientes y a pesar de que nuestros resultados no muestren diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la inclusión de TM junto con la EdT y el ET al mes y a los tres meses de seguimiento, la TM podría ayudarnos con el objetivo de mantener la adherencia al tratamiento por parte del paciente, debido a las expectativas de resultado que puede suponer, o como ventana analgésica para la realización de ET con un mejor aprendizaje y reclutamiento motor.

CONCLUSIONES

8. CONCLUSIONES

- I. Los pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico que buscan asistencia sanitaria presentan una mayor expansión del dolor que aquellos pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico que no buscan asistencia sanitaria.
- II. Los pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico presentan una mayor dificultad para generar imágenes motoras cinestésicas y visuales y requieren de mayor tiempo para realizar la tarea mental en comparación con sujetos asintomáticos.
- III. Un abordaje bioconductual, basado en ejercicio terapéutico y educación terapéutica, mejora la capacidad de formar imágenes cinestésicas y visuales en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico a corto plazo.
- IV. Un abordaje bioconductual, basado en ejercicio terapéutico y educación terapéutica, con o sin terapia manual, mejora variables físicas, somatosensoriales y psicológicas en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico a corto y medio plazo.

REFERENCIAS

9. REFERENCIAS

- Abbott, J. H., Foster, M., Hamilton, L., Ravenwood, M., & Tan, N. (2015). Validity of pain drawings for predicting psychological status outcome in patients with recurrent or chronic low back pain. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 23(1), 12–19. <https://doi.org/10.1179/2042618613Y.00000000046>
- Adamczyk, W. M., Luedtke, K., & Szikszay, T. M. (2018). Two-point discrimination and the low back pain: Not as unreliable as it seems, but what about standardised procedures? *Musculoskeletal Science and Practice*, 35, e110–e111. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2018.03.007>
- Airaksinen, O., Brox, J. I., Cedraschi, C., Hildebrandt, J., Klaber-Moffett, J., Kovacs, F., Mannion, AF., Reis, S., Staal, JB., Ursin, H & Zanolli, G. (2006). Chapter 4. European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *European Spine Journal*, 15(Suppl 2), S192-300. <https://doi.org/10.1007/s00586-006-1072-1>
- Akhtar, M. W., Karimi, H., & Gilani, S. A. (2017). Effectiveness of core stabilization exercises and routine exercise therapy in management of pain in chronic nonspecific low back pain: A randomized controlled clinical trial. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 33(4), 1002–1006. <https://doi.org/10.12669/pjms.334.12664>
- Aladro-Gonzalvo, A. R., Araya-Vargas, G. A., Machado-Díaz, M., & Salazar-Rojas, W. (2013). Pilates-based exercise for persistent, non-specific low back pain and associated functional disability: A meta-analysis with meta-regression. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 17(1), 125–136. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2012.08.003>
- Alexander, K. M., & LaPier, T. (1998). Differences in static balance and weight distribution between normal subjects and subjects with chronic unilateral low back pain. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 28(6), 378–383.

<https://doi.org/10.2519/jospt.1998.28.6.378>

- Alhowimel, A., Alotaibi, M., Radford, K., & Coulson, N. (2018). Psychosocial factors associated with change in pain and disability outcomes in chronic low back pain patients treated by physiotherapist: A systematic review. *SAGE Open Medicine*, 6, 1–8. <https://doi.org/10.1177/2050312118757387>
- Alsufiany, M. B., Lohman, E. B., Daher, N. S., Gang, G. R., Shallan, A. I., & Jaber, H. M. (2020). Non-specific chronic low back pain and physical activity: A comparison of postural control and hip muscle isometric strength: A cross-sectional study. *Medicine*, 99(5), e18544. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000018544>
- Alzahrani, H., Mackey, M., Stamatakis, E., Pinheiro, M. B., Wicks, M., & Shirley, D. (2019). The effectiveness of incidental physical activity interventions compared to other interventions in the management of people with low back pain: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Physical Therapy in Sport*, 36, 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.12.008>
- American Physical Therapy Association. (2004). Education Manual for Physical Therapist Professional Degree Programs.
- Amiri, S., Behnezhad, S., & Azad, E. (2020). Back pain and depressive symptoms: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Psychiatry in Medicine*, 3(27), 9121742091300. <https://doi.org/10.1177/0091217420913001>
- Anand, K. J. S., & Craig, K. D. (1996). New perspectives on the definition of pain. *Pain*, 67(1), 3–6. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(96\)03135-1](https://doi.org/10.1016/0304-3959(96)03135-1)
- Apkarian, A. V., Hashmi, J. A., & Baliki, M. N. (2011). Pain and the brain: Specificity and plasticity of the brain in clinical chronic pain. *Pain*, 152(SUPPL.3), S49–S64.

<https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.11.010>

- Arendt-Nielsen, L., Morlion, B., Perrot, S., Dahan, A., Dickenson, A., Kress, H. G., Wells, C., Bouhassira, D & Drewes, M. (2018). Assessment and manifestation of central sensitisation across different chronic pain conditions. *European Journal of Pain (United Kingdom)*, 22(2), 216–241. <https://doi.org/10.1002/ejp.1140>
- Arendt-Nielsen, L. (2017). Joint pain: More to it than just structural damage? *Pain*, 158(4), S66–S73. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000812>
- Arribas-Romano, A., Fernández-Carnero, J., Molina-Rueda, F., Angulo-Díaz-Parreño, S., & Navarro-Santana, M. J. (2020). Efficacy of Physical Therapy on Nociceptive Pain Processing Alterations in Patients with Chronic Musculoskeletal Pain: A Systematic Review and Meta-analysis. *Pain Medicine*, 0(0), 1–16. <https://doi.org/10.1093/pm/pnz366>
- Åsenlöf, P., & Söderlund, A. (2010). A further investigation of the importance of pain cognition and behaviour in pain rehabilitation: Longitudinal data suggest disability and fear of movement are most important. *Clinical Rehabilitation*, 24(5), 422–430. <https://doi.org/10.1177/0269215509353264>
- Atlas, S. J., & Deyo, R. A. (2001). Evaluating and Managing Acute Low Back Pain in the. *Journal of Global Information Management*, 16, 120–131.
- Atya, A. M. (2013). The validity of spinal mobility for prediction of functional disability in male patients with low back pain. *Journal of Advanced Research*, 4(1), 43–49. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2012.01.002>
- Aure, O. F., Nilsen, J. H., & Vasseljen, O. (2003). Manual Therapy and Exercise Therapy in Patients With Chronic Low Back Pain. *Spine*, 28(6), 525–532.

- Aydede, M. (2019). Does the IASP definition of pain need updating? *Pain Reports*, 4(5), 1–7. <https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000000777>
- Azevedo, D., Lauria, A., Pereira, A., Andrade, G., Ferreira, M., Ferreira, P., & Van Dillen, L. (2013). Intraexaminer and interexaminer reliability of pressure biofeedback unit for assessing lumbopelvic stability during 6 lower limb movement tests. *J Manipulative Physiol Ther.*, 36(1), 33–43. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2012.12.008>
- Bair, M. J., Wu, J., Damush, T. M., Sutherland, J. M., & Kroenke, K. (2008). Association of Depression and Anxiety Alone and in Combination with Chronic Musculoskeletal Pain in Primary Care Patients. *Psychosomatic Medicine*, 70(8), 890–897. <https://doi.org/10.1097/PSY.0b013e318185c510>. Association
- Bair, M., Robinson, R., Katon, W., & Kroenke, K. (2003). Depression and Pain Comorbidity. *Archives of Internal Medicine*, 163(20), 2433. <https://doi.org/10.3109/9780203090640-14>
- Balagué, F., Mannion, A. F., Pellisé, F., & Cedraschi, C. (2012). *Non-specific low back pain. The Lancet* (Vol. 379). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60610-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60610-7)
- Bedekar, N., Suryawanshi, M., Rairikar, S., Sancheti, P., & Shyam, A. (2014). Inter and intra-rater reliability of mobile device goniometer in measuring lumbar flexion range of motion. *J Back Musculoskeletal Rehabil*, 27(2), 161–166. <https://doi.org/10.3233/BMR-130431>
- Beltran-Alacreu, H, López-de-Uralde-Villanueva, I Fernández-Carnero, J., & La Touche, R. (2015). Manual Therapy, Therapeutic Patient Education, and Therapeutic Exercise, an Effective Multimodal Treatment of Nonspecific Chronic Neck Pain. *Am J Phys Med Rehabil.*, 94(10), 887–897. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=.+Colás+R%2C+Munoz+~+P%2C+Tem>

prano+R%2C+Gómez+C%2C+Pascual+J.+Chronic+daily+headache+with+analgesic
+overuse%3A+Epidemiology+and+impact+on+quality+of+life.+Neurology.+2004%
3B62%3A1338—42.

- Beltran-Alacreu, Hector, López-de-Uralde-Villanueva, I., Fernández-Carnero, J., & La Touche, R. (2015). Manual Therapy, Therapeutic Patient Education, and Therapeutic Exercise, an Effective Multimodal Treatment of Nonspecific Chronic Neck Pain. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 94(10 (Suppl 1)), 887–897. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000293>
- Benavent-Caballer, V., Sendín-Magdalena, A., Lisón, J. F., Rosado-Calatayud, P., Amer-Cuenca, J. J., Salvador-Coloma, P., & Segura-Ortí, E. (2016). Physical factors underlying the Timed “Up and Go” test in older adults. *Geriatric Nursing*, 37(2), 122–127. <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2015.11.002>
- Beneck, G. J., & Kulig, K. (2012). Multifidus atrophy is localized and bilateral in active persons with chronic unilateral low back pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(2), 300–306. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.09.017>
- Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B (Methodological)*, 57(1), 289–300.
- Bennell, K., Egerton, T., Pua, Y.-H., Abbott, J., Sims, K., Metcalf, B., & Al., E. (2010). Efficacy of a multimodal physiotherapy treatment program for hip osteoarthritis: a randomised placebo-controlled trial protocol. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11(1), 238.
- Bentley, G. R., & Hick-, C. G. J. (2013). Reducing Prescription Drug Abuse : Lessons Learned from an NGA Policy Academy. *NGA Paper*, 309(7), 1–8.

- Beyera, G. K., Brien, J. O., & Campbell, S. (2019). Health-care utilisation for low back pain: a systematic review and meta-analysis of population-based observational studies. *Rheumatology International*, 39(10), 1663–1679. <https://doi.org/10.1007/s00296-019-04430-5>
- Bialosky, J. E., Bishop, M. D., George, S. Z., & Robinson, M. E. (2011). Placebo response to manual therapy: Something out of nothing? *Journal of Manual and Manipulative Therapy*, 19(1), 11–19. <https://doi.org/10.1179/2042618610Y.00000000001>
- Bialosky, J. E., Bishop, M. D., Price, D. D., Robinson, M. E., & George, S. Z. (2009). The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: A comprehensive model. *Man Ther.*, 14(5), 531–538. <https://doi.org/10.1016/j.math.2008.09.001>.The
- Bialosky, J. E., Bishop, M. D., Robinson, M. E., Barabas, J. A., & George, S. Z. (2008). The influence of expectation on spinal manipulation induced hypoalgesia: An experimental study in normal subjects. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 9(19), 1–9. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-9-19>
- Bidonde, J., Busch, AJ., Schachter, CL., Overend, TJ., Kim, SY., Goés, SM., Boden, C., & Foulds, HJA. (2017). Aerobic exercise training for adults with fibromyalgia (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews Aerobic*, (6), 127. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012700>.www.cochranelibrary.com
- Bijur, P. E., Silver, W., & Gallagher, E. J. (2001). Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Academic Emergency Medicine: Official Journal of the Society for Academic Emergency Medicine*, 8(12), 1153–1157. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2001.tb01132.x>
- Bingel, U., Schoell, E., & Büchel, C. (2007). Imaging pain modulation in health and disease.

Current Opinion in Neurology, 20(4), 424–431.

<https://doi.org/10.1097/WCO.0b013e328259c34d>

- Bishop, M. D., Bialosky, J. E., & Cleland, J. A. (2011). Patient expectations of benefit from common interventions for low back pain and effects on outcome: Secondary analysis of a clinical trial of manual therapy interventions. *Journal of Manual and Manipulative Therapy*, 19(1), 20–25. <https://doi.org/10.1179/106698110X12804993426929>
- Bishop, T., Marchand, F., Young, A. R., Lewin, G. R., & McMahon, S. B. (2010). Ultraviolet-B-induced mechanical hyperalgesia: A role for peripheral sensitisation. *Pain*, 150(1), 141–152. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.04.018>
- Bjurstrom, M. F., Giron, S. E., & Griffis, C. A. (2016). Cerebrospinal Fluid Cytokines and Neurotrophic Factors in Human Chronic Pain Populations: A Comprehensive Review. *Pain Practice*, 16(2), 183–203. <https://doi.org/10.1111/papr.12252>
- Bouhassira, D. (2019). Neuropathic pain: Definition, assessment and epidemiology. *Revue Neurologique*, 175(1–2), 16–25. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2018.09.016>
- Bowering, K. J., Butler, D. S., Fulton, I. J., & Moseley, G. L. (2014). Motor imagery in people with a history of back pain, current back pain, both, or neither. *Clinical Journal of Pain*, 30(12), 1070–1075. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000066>
- Bowering, K. J., Connell, N. E. O., Tabor, A., Catley, M. J., Leake, H. B., Moseley, G. L., & Stanton, T. R. (2013). The Effects of Graded Motor Imagery and Its Components on Chronic Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Journal of Pain*, 14(1), 3–13. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2012.09.007>
- Brech, G. C., Andrusaitis, S. F., Vitale, G. F., & Greve, J. M. D. A. (2012). Correlation of disability and pain with postural balance among women with chronic low back pain.

Clinics, 67(8), 959–962. [https://doi.org/10.6061/clinics/2012\(08\)17](https://doi.org/10.6061/clinics/2012(08)17)

- Bronfort, G., Maiers, M. J., Evans, R. L., Schulz, C. A., Bracha, Y., Svendsen, K. H., Grimm, R.H., Owens, E.F., Garvey, T.A., & Transfeldt, E. E. (2011). Supervised exercise , spinal manipulation , and home exercise for chronic low back pain : a randomized clinical trial. *The Spine Journal*, 11(7), 585–598. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2011.01.036>
- Brown, A. G., & Iggo, A. (1967). A quantitative study of cutaneous receptors and afferent fibres in the cat and rabbit. *J Physiol.*, 193(3), 707–733.
- Brumagne, S., Janssens, L., Knapen, S., Claeys, K., & Suuden-Johanson, E. (2008). Persons with recurrent low back pain exhibit a rigid postural control strategy. *European Spine Journal*, 17(9), 1177–1184. <https://doi.org/10.1007/s00586-008-0709-7>
- Buccino, G. (2014). Action observation treatment : a novel tool in neurorehabilitation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1644), 20130185. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0185>
- Buccino, G., Vogt, S., Ritzl, A., Fink, G. R., Zilles, K., Freund, H. J., & Rizzolatti, G. (2004). Neural circuits underlying imitation learning of hand actions: An event-related fMRI study. *Neuron*, 42(2), 323–334. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(04\)00181-3](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(04)00181-3)
- Bunno, Y., Suzuki, T., & Iwatsuki, H. (2015). Motor imagery muscle contraction strength influences spinal motor neuron excitability and cardiac sympathetic nerve activity. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(12), 3793–3798. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.3793>
- Buruck, G., Tomaschek, A., Wendsche, J., Ochsmann, E., & Dörfel, D. (2019). Psychosocial areas of worklife and chronic low back pain: A systematic review and meta-analysis.

BMC Musculoskeletal Disorders, 20(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2826-3>

Bushnell, M. C., Čeko, M., & Low, L. A. (2013). Cognitive and emotional control of pain and its disruption in chronic pain. *Nature Reviews Neuroscience*, 14(7), 502–511. <https://doi.org/10.1038/nrn3516>

Byrnes, K., Wu, P. J., & Whillier, S. (2018). Is Pilates an effective rehabilitation tool? A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 22(1), 192–202. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.04.008>

Caffaro, R. R., França, F. J. R., Burke, T. N., Magalhães, M. O., Ramos, L. A. V., & Marques, A. P. (2014). Postural control in individuals with and without non-specific chronic low back pain: A preliminary case-control study. *European Spine Journal*, 23(4), 807–813. <https://doi.org/10.1007/s00586-014-3243-9>

Campbell, C. M., & Edwards, R. R. (2009). Mind-body interactions in pain: the neurophysiology of anxious and catastrophic pain-related thoughts. *Translational Research*, 153(3), 97–101. <https://doi.org/10.1016/j.trsl.2008.12.002>

Campos A. & González MA. (2010). Spanish version of the revised movement image questionnaire (miq-r): psychometric properties and validation. *Revista de Psicología Del Deporte.*, 19, 263–273.

Carmona, L., Ballina, J., Gabriel, R., & Laffon, A. (2001). The burden of musculoskeletal diseases in the general population of Spain: Results from a national survey. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 60(11), 1040–1045. <https://doi.org/10.1136/ard.60.11.1040>

Casazza, B. (2012). Diagnosis and treatment of acute low back pain. *Am Fam Physician*, 85(4), 343–350. <https://doi.org/10.26442/00403660.2019.08.000315>

- Castro, M. M. C., Quarantini, L. C., Daltro, C., Pires-Caldas, M., Koenen, K. C., Kraychete, D. C., & Oliveira, I. R. de. (2011). Comorbid depression and anxiety symptoms in chronic pain patients and their impact on health-related quality of life. *Rev Psiq Clín.*, 38(4), 126–129. <https://doi.org/10.1590/S0101-60832011000400002>
- Catley, M. J., O’Connell, N. E., Berryman, C., Ayhan, F. F., & Moseley, G. L. (2014). Is tactile acuity altered in people with chronic pain? A systematic review and meta-analysis. *Journal of Pain*, 15(10), 985–1000. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2014.06.009>
- Catley, M. J., Tabor, A., Wand, B. M., & Moseley, G. L. (2013). Assessing tactile acuity in rheumatology and musculoskeletal medicine-How reliable are two-point discrimination tests at the neck, hand, back and foot? *Rheumatology (United Kingdom)*, 52(8), 1454–1461. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/ket140>
- Chapman, C. R., Donaldson, G. W., Davis, J. J., & Bradshaw, D. H. (2011). Improving individual measurement of postoperative pain: The pain trajectory. *Journal of Pain*, 12(2), 257–262. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2010.08.005>
- Chattanooga Group. (2005). Stabilizer pressure bio-feedback. Operating instructions. *Hixson: Chattanooga Group, Inc.*; <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2011000500007>
- Chen, G., Zhang, Y.-Q., Qadri, Y. J., Serhan, C. N., & Ji, R.-R. (2019). Microglia in Pain: Detrimental and protective roles in pathogenesis and resolution of pain. *Physiology & Behavior*, 176(3), 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.03.040>
- Childs, J. D., Fritz, J. M., Wu, S. S., Flynn, T. W., Wainner, R. S., Robertson, E. K., Kim, F.S., & George, S. Z. (2015). Implications of early and guideline adherent physical therapy for low back pain on utilization and costs. *BMC Health Services Research*,

15(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12913-015-0830-3>

- Cholewicki, J., Silfies, S. P., Shah, R. A., Greene, H. S., Reeves, N. P., Alvi, K., & Goldberg, B. (2005). Delayed trunk muscle reflex responses increase the risk of low back injuries. *Spine*, 30(23), 2614–2620. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000188273.27463.bc>
- Chou, R., Ballantyne, J. C., Fanciullo, G. J., Fine, P. G., & Miaskowski, C. (2009). Research gaps on use of opioids for chronic noncancer pain: findings from a review of the evidence for an American Pain Society and American Academy of Pain Medicine clinical practice guideline. *The Journal of Pain : Official Journal of the American Pain Society*, 10(2), 147–159. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2008.10.007>
- Chou, R., Qaseem, A., Owens, D. K., & Shekelle, P. (2011). Diagnostic imaging for low back pain: Advice for high-value health care from the American college of physicians. *Annals of Internal Medicine*, 154(3), 181–189. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-154-3-20110210-00008>
- Chou, R., Qaseem, A., Snow, V., Casey, D., Cross, J. T., Shekelle, P., & Owens, D. K. (2007). Diagnosis and treatment of low back pain: a joint clinical practice guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. *Annals of Internal Medicine*, 147(7), 478–491. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17909209>
- Chuang, H., Prescott, E. D., Kong, H., Shields, S., Jordt, S., Basbaum, A. I., Chao, M.V., & Julius, D. (2001). Bradykinin and nerve growth factor release the capsaicin receptor from PtdIns(4,5)P2-mediated inhibition. *Nature*, 411(6840), 957–962.
- Cimmino, M. A., Ferrone, C., & Cutolo, M. (2011). Epidemiology of chronic musculoskeletal pain. *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology*, 25(2), 173–183. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2010.01.012>

- Clark, J., Yeowell, G., Nijs, J., & Goodwin, P. (2017). What are the predictive factors for central sensitisation in chronic musculoskeletal pain populations ? A systematic review. *Pain Physician*, 20(6), 487–500. Retrieved from <http://www.painphysicianjournal.com/current/pdf?article=NDYwMw%3D%3D%0Ah>
<http://www.ioe.ac.uk/ISWebsiteDocs/Guides/Library/SearchStrategyweb.pdf%0Ahttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28934779>
- Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences. *Lawrence Erlbaum Associates Inc., Editor. Hillsdale*; Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19565683>
- Cohen, Jacob. (1973). Eta-squared and partial eta-squared in fixed factor anova designs. *Educational and Psychological Measurement.*, 33(1), 107–112. <https://doi.org/10.1177/001316447303300111>
- Cohen, M., Quintner, J., & Van Rysewyk, S. (2018). Reconsidering the International Association for the study of pain definition of pain. *Pain Reports*, 3(2), 1–7. <https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000000634>
- Coldwells, A., Atkinson, G., & Reilly, T. (1994). Sources of variation in back and leg dynamometry. *Ergonomics*, 37(1), 79–86. <https://doi.org/10.1080/00140139408963625>
- Collet, C., Di Rienzo, F., El Hoyek, N., & Guillot, A. (2013). Autonomic nervous system correlates in movement observation and motor imagery. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7(JUL), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00415>
- Costa, C. M., Maher, C. G., Mcauley, J. H., Hancock, M. J., & Smeets, R. J. E. M. (2011). Self-efficacy is more important than fear of movement in mediating the relationship between pain and disability in chronic low back pain. *European Journal of Pain*, 15(2),

213–219. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2010.06.014>

- Coulter, I., Crawford, C., Hurwitz, E., Vernon, H., Khorsan, R., Booth, M., & Herman, P. (2018). Manipulation and Mobilization for Treating Chronic Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Spine Journal*, 18(5), 866–879. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.03.040>
- Cowell, I., O’Sullivan, P., O’Sullivan, K., Poyton, R., McGregor, A., & Murtagh, G. (2019). The perspectives of physiotherapists on managing nonspecific low back pain following a training programme in cognitive functional therapy: A qualitative study. *Musculoskeletal Care*, 17(1), 79–90. <https://doi.org/10.1002/msc.1370>
- Craig, C., Marshall, A., Sjöström, M., Bauman, A., Booth, M., Ainsworth, B., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J.F., & Oja, P. (2003). International Physical Activity Questionnaire: 12-Country Reliability and Validity. *Med Sci Sports Exerc.*, 35(8), 1381–1395. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB>
- Croft, P. R., Dunn, K. M., & Raspe, H. (2006). Course and prognosis of back pain in primary care: The epidemiological perspective. *Pain*, 122(1–2), 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2006.01.023>
- Crombez, G., Vervaeke, L., Lysens, R., Baeyens, F., & Eelen, P. (1998). Avoidance and Confrontation of Painful, Back-Straining Movements in Chronic Back Pain Patients. *Behavior Modification*, 22(1), 62–77. <https://doi.org/10.1177/01454455980221004>
- Crombie, K. M., Brellenthin, A. G., Hillard, C. J., & Koltyn, K. F. (2018). Endocannabinoid and opioid system interactions in exercise-induced hypoalgesia. *Pain Medicine (United States)*, 19(1), 118–123. <https://doi.org/10.1093/pm/pnx058>
- Cruz-almeida, Y., King, C. D., Goodin, B. R., Sibille, K. T., Glover, T. L., Riley, J. L.,

- Herbert, M.S., Schmidt, J., Fessler, B.J., Redden, D.T., Staud, R., Bradley, L.A., & Fillingim, B. (2013). Psychological profiles and pain characteristics of older adults with knee osteoarthritis. *Arthritis Care & Research*, 65(11), 1786–1794. <https://doi.org/10.1002/acr.22070>. Psychological
- Cuenca-Martínez, F., Cortés-Amador, S., & Espí-López, G. V. (2018). Effectiveness of classic physical therapy proposals for chronic non-specific low back pain: a literature review. *Physical Therapy Research*, 21(1), 16–22. <https://doi.org/10.1298/ptr.E9937>
- Da Fonseca Pacheco, D., Klein, A., Perez, A. C., Da Fonseca Pacheco, C. M., De Francischi, J. N., Lopes Reis, G. M., & Duarte, I. D. G. (2009). Central antinociception induced by μ -opioid receptor agonist morphine, but not δ - Or κ -, is mediated by cannabinoid CB 1 receptor. *British Journal of Pharmacology*, 158(1), 225–231. <https://doi.org/10.1111/j.1476-5381.2009.00310.x>
- da Luz, M. A., Costa, L. O. P., Fuhro, F. F., Manzoni, A. C. T., de Oliveira, N. T. B., & Cabral, C. M. N. (2013). Effectiveness of mat Pilates or equipment-based Pilates in patients with chronic non-specific low back pain: a protocol of a randomised controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 14(1), 16. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-16>
- da Silva, R. A., Vieira, E. R., Fernandes, K. B. P., Andraus, R. A., Oliveira, M. R., Sturion, L. A., & Calderon, M. G. (2018). People with chronic low back pain have poorer balance than controls in challenging tasks. *Disability and Rehabilitation*, 40(11), 1294–1300. <https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1294627>
- Daffada, P. J., Walsh, N., McCabe, C. S., & Palmer, S. (2015). The impact of cortical remapping interventions on pain and disability in chronic low back pain: A systematic review. *Physiotherapy (United Kingdom)*, 101(1), 25–33.

<https://doi.org/10.1016/j.physio.2014.07.002>

- de-la-Puente-Ranea, L., García-Calvo, B., La Touche, R., Fernández-Carnero, J., & Gil-Martínez, A. (2016). Influence of the actions observed on cervical motion in patients with chronic neck pain: a pilot study. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 12(4), 346–354. <https://doi.org/10.12965/jer.1632636.318>
- De Las Cuevas-Castresana, C., García-Estrada Pérez, A., & González de Rivera, J. (1995). “Hospital Anxiety and Depression Scale” y psicopatología afectiva. *An Psiquiatr.*, 11(4), 126–130. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3461421>
- de Moraes Vieira, É. B., de Góes Salvetti, M., Damiani, L. P., & de Mattos Pimenta, C. A. (2014). Self-Efficacy and Fear Avoidance Beliefs in Chronic Low Back Pain Patients: Coexistence and Associated Factors. *Pain Management Nursing*, 15(3), 593–602. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2013.04.004>
- Decety, J. (1996). The neurophysiological basis of motor imagery. *Behav Brain Res.*, 77(1–2), 45–52. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8762158>
- Degenhardt, B. F., Darmani, N. A., Johnson, J. C., Towns, L. C., Rhodes, D. C. J., Trinh, C., Mcclanahan, B., & Dimarzo, V. (2007). Role of Osteopathic Manipulative Treatment in Altering Pain Biomarkers : A Pilot Study, 107(9).
- Denison, E., Asenlof, P., & Lindberg, P. (2004). Self-efficacy , fear avoidance , and pain intensity as predictors of disability in subacute and chronic musculoskeletal pain patients in primary health care. *Pain*, 111(3), 245–252. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2004.07.001>
- Di Corrado, D., Guarnera, M., & Quartiroli, A. (2014). Vividness and transformation of mental images in karate and ballet. *Perceptual and Motor Skills*, 119(3), 764–773.

<https://doi.org/10.2466/22.24.PMS.119c30z6>

- Di Rienzo, F., Joassy, P., Kanthack, T., MacIntyre, T. E., Debarnot, U., Blache, Y., Hautier, C., Collet, C., & Guillot, A. (2019). Effects of Action Observation and Action Observation Combined with Motor Imagery on Maximal Isometric Strength. *Neuroscience*, 418(September), 82–95. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2019.08.025>
- Dietrich, A., & McDaniel, W. F. (2004). Endocannabinoids and exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 38(5), 536–541. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2004.011718>
- Dillie, K. S., Fleming, M. F., Mundt, M. P., & French, M. T. (2008). Quality of life associated with daily opioid therapy in a primary care chronic pain sample. *Journal of the American Board of Family Medicine: JABFM*, 21(2), 108–117. <https://doi.org/10.3122/jabfm.2008.02.070144>
- Dionne, C. E., Dunn, K. M., & Croft, P. R. (2006). Does back pain prevalence really decrease with increasing age? A systematic review. *Age and Ageing*, 35(3), 229–234. <https://doi.org/10.1093/ageing/afj055>
- Dionne, C. E., Von Korff, M., Koepsell, T., Deyo, R. A., Barlow, W., & Checkoway, H. (2001). Formal education and back pain: A review. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 55(7), 455–468. <https://doi.org/10.1136/jech.55.7.455>
- Dos Reis, F. J., de Barros E Silva, V., de Lucena, R. N., Mendes Cardoso, B. A., & Nogueira, L. C. (2016). Measuring the Pain Area: An Intra- and Inter-Rater Reliability Study Using Image Analysis Software. *Pain Practice: The Official Journal of World Institute of Pain*, 16(1), 24–30. <https://doi.org/10.1111/papr.12262>
- Downie, A., Williams, C. M., Henschke, N., Hancock, M. J., Ostelo, R. W. J. G., De Vet, H.

- C. W., Macaskill, P., Irwig, L., van Tulder, M.W., Koes, B.W., & Maher, C. G. (2013). Red flags to screen for malignancy and fracture in patients with low back pain: Systematic review. *BMJ (Online)*, 347(December), 1–9. <https://doi.org/10.1136/bmj.f7095>
- Du, S., Hu, L., Bai, Y., Dong, J., Jin, S., Zhang, H., & Zhu, Y. (2017). The influence of self-efficacy, fear-avoidance belief, and coping styles on quality of life for Chinese patients with chronic non-specific low back pain: A multi-site cross-sectional study. *Pain Practice*, 23(11), 1–12. <https://doi.org/10.1111/papr.12660>.
- Du, S., & Yuan, C. (2010). Evaluation of patient self-management outcomes in health care: a systematic review. *Int Nurs Rev*, 57(6), 159–167. <https://doi.org/10.1111/j.1466-7657.2009.00794.x>
- Duray, M., Yagci, N., & Ok, N. (2018). Determination of physical parameters associated with self-efficacy in patients with chronic mechanic low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 31(4), 743–748. <https://doi.org/10.3233/BMR-170993>
- Dworkin, B. R., Elbertt, T., Rau, H., Birbaumer, N., & Pauli, P. (1994). Central effects of baroreceptor activation in humans: Attenuation of skeletal reflexes and pain perception. *Proc Natl Acad Sci U S A.*, 91(14), 6329–6333.
- Ebell, M., & Grad, R. (2017). Top 20 Research Studies of 2016 for Primary Care Physicians. *Am Fam Physician*, 95(9), 572–579.
- Ebenbichler, G. R., E. Oddsson, L. I., Kollmitzer, J., & Erim, Z. (2001). Sensory-motor control of the lower back: implications for rehabilitation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1889–1898.
- Ehrenbrusthoff, K., Ryan, C. G., Grüneberg, C., & Martin, D. J. (2018). A systematic review

- and meta-analysis of the reliability and validity of sensorimotor measurement instruments in people with chronic low back pain. *Musculoskeletal Science and Practice*, 35(February), 73–83. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2018.02.007>
- Elizagaray-garcía, I., Muriente-gonzález, J., & Gil-martínez, A. (2016). Educación al paciente con fibromialgia . *Rev Neurol*, 62(2), 49–60.
- Enthoven, W., Roelofs, P., Deyo, R., Van Tulder, M., & Koes, B. (2016). Non-steroidal anti-inflammatory drugs for chronic low back pain (Review) SUMMARY OF FINDINGS FOR THE MAIN COMPARISON. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 10(2). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012087>. www.cochranelibrary.com
- Farasyn, A., & Lassat, B. (2016). Cross friction algometry (CFA): Comparison of pressure pain thresholds between patients with chronic non-specific low back pain and healthy subjects. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 20(2), 224–234. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.09.005>
- Fernández-De-Las-Peñas, C., Alonso-Blanco, C., Hernández-Barrera, V., Palacios-Ceña, D., Jiménez-García, R., & Carrasco-Garrido, P. (2013). Has the prevalence of neck pain and low back pain changed over the last 5 years? A population-based national study in Spain. *Spine Journal*, 13(9), 1069–1076. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2013.02.064>
- Ferrari, S., Chiarotto, A., Pellizzer, M., Vanti, C., & Monticone, M. (2015). Pain Self-Efficacy and Fear of Movement are Similarly Associated with Pain Intensity and Disability in Italian Patients with Chronic Low Back Pain. *Pain Practice*, 7(11), 1–8. <https://doi.org/10.1111/papr.12397>
- Ferreira-Valente, M., País-Ribeiro, J., & Jensen, M. P. (2014). Associations between psychosocial factors and pain intensity, physical functioning and psychological functioning in patients with chronic pain: A cross-cultural comparison. *Clin J Pain*,

30(8), 713–723.

Ferreira, M. L., Machado, G., Latimer, J., Maher, C., Ferreira, P. H., & Smeets, R. J. (2010).

Factors defining care-seeking in low back pain - A meta-analysis of population based surveys. *European Journal of Pain*, 14(7), 747.e1-747.e7.
<https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2009.11.005>

Ferrer-Peña, R., Moreno-López, M., Calvo-Lobo, C., & López-de-Uralde-Villanueva, I

Fernández-Carnero, J. (2018). Relationship of Dynamic Balance Impairment with Pain-Related and Psychosocial Measures in Primary Care Patients with Chronic Greater Trochanteric Pain Syndrome. *Pain Med*, 22(8), 1–8.
<https://doi.org/10.1093/pm/pny160>

Ferrer-Peña, Raúl, Muñoz-García, D., Calvo-Lobo, C., & Fernández-Carnero, J. (2018).

Pain Expansion and Severity Reflect Central Sensitization in Primary Care Patients with Greater Trochanteric Pain Syndrome. *Pain Medicine*, 0(0), 1–10.
<https://doi.org/10.1093/pm/pny199>

Fersum, K Vibe, Sullivan, P. O., Skouen, J. S., Smith, A., & Kvåle, A. (2013). Efficacy of

classification-based cognitive functional therapy in patients with non-specific chronic low back pain : A randomized controlled trial. *European Journal of Pain*, 17(1), 916–928. <https://doi.org/10.1002/j.1532-2149.2012.00252.x>

Fersum, Kjartan Vibe;, Smith, A., Kvåle, A., Skouen, J. S., & O’Sullivan, P. (2019).

Cognitive functional therapy in patients with non-specific chronic low back pain—a randomized controlled trial 3-year follow-up. *European Journal of Pain (United Kingdom)*, 23(8), 1416–1424. <https://doi.org/10.1002/ejp.1399>

Feuerecker, M., Hauer, D., Toth, R., Demetz, F., Hölzl, J., Thiel, M., & Et Al. (2012). Effects

of exercise stress on the endocannabinoid system in humans under field conditions. *Eur*

J Appl Physiol., 112(7), 2777–2781. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2237-0>

Fingleton, C., Smart, K., Moloney, N., Fullen, B. M., & Doody, C. (2015). Pain sensitization in people with knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 23(7), 1043–1056. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2015.02.163>

Fingleton, Caitríona, Smart, K. M., & Doody, C. M. (2017). Exercise-induced Hypoalgesia in People with Knee Osteoarthritis with Normal and Abnormal Conditioned Pain Modulation. *Clinical Journal of Pain*, 33(5), 395–404. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000418>

Fletcher, C., Bradnam, L., & Barr, C. (2016). The relationship between knowledge of pain neurophysiology and fear avoidance in people with chronic pain: A point in time, observational study. *Physiotherapy Theory and Practice*, 32(4), 271–276. <https://doi.org/10.3109/09593985.2015.1138010>

Flor, H; Turk, D. C. (2011). *Chronic Pain. An integrated Biobehavioral Approach*. (ISAP Press).

Franke, H., Franke, J. D., & Fryer, G. (2014). Osteopathic manipulative treatment for nonspecific low back pain: A systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 15(1), 286. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-286>

Fritz, J. M., Magel, J. S., McFadden, M., Asche, C., Thackeray, A., Meier, W., & Brennan, G. (2015). Early physical therapy vs usual care in patients with recent-onset low back pain: A randomized clinical trial. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 314(14), 1459–1467. <https://doi.org/10.1001/jama.2015.11648>

Furlan, A. D., Yazdi, F., Tsertsvadze, A., Gross, A., Van Tulder, M., Santaguida, L.,

- Gagnier, J., Ammendolia, C., Dryden, T., Doucette, S., Skidmore, B., Raymond, D., Ostermann, T., & Tsouros, S. (2012). A systematic review and meta-analysis of efficacy, cost-effectiveness, and safety of selected complementary and alternative medicine for neck and low-back pain. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012, 953139. <https://doi.org/10.1155/2012/953139>
- Galdino, G. (2014). Acute Resistance Exercise Induces Antinociception by Activation of the Endocannabinoid System in Rats (Vol. 119). <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000000340>.Acute
- Galdino, G., Romero, T. R. L., Silva, J. F. P., Aguiar, D. C., De Paula, A. M., Cruz, J. S., Parrella, C., Piscitelli, F., Duarte, I.D., Di Marzo, V., & Perez, A. C. (2014). The endocannabinoid system mediates aerobic exercise-induced antinociception in rats. *Neuropharmacology*, 77, 313–324. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2013.09.022>
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 119(2), 593–609. <https://doi.org/10.1093/brain/119.2.593>
- Ganesh, G. S., Chhabra, D., & Mrityunjay, K. (2015). Efficacy of the star excursion balance test in detecting reach deficits in subjects with chronic low back pain. *Physiotherapy Research International*, 20(1), 9–15. <https://doi.org/10.1002/pri.1589>
- Ganesh, G. S., Chhabra, D., Pattnaik, M., Mohanty, P., Patel, R., & Mrityunjay, K. (2015). Effect of trunk muscles training using a star excursion balance test grid on strength, endurance and disability in persons with chronic low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 28(3), 521–530. <https://doi.org/10.3233/BMR-140551>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D.C., &Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in

apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1334–1359.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213febf>

García-Campayo, J., Rodero, B., Alda, M., Sobradie, N., Montero, J., & Moreno, S. (2008). Validation of the Spanish version of the Pain Catastrophizing Scale in fibromyalgia. *Medicina Clínica*, 131(13), 487–492. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19007576>

Gay, R. E., & Brault, J. S. (2008). Evidence-informed management of chronic low back pain with traction therapy. *Spine Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2007.10.025>

GBD 2013 DALYs and HALE Collaborators, Murray, C., & Barber, R. (2015). Global, regional, and national disability-adjusted life years (DALYs) for 306 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 188 countries, 1990–2013: Quantifying the epidemiological transition. *The Lancet*, 386(10009), 2145–2191.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)61340-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)61340-X)

Geneen, L., Moore, R., Clarke, C., Martin, D., Colvin, L., & Smith, B. (2017). Physical activity and exercise for chronic pain in adults : an overview of Cochrane Reviews (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 24(4), CD011279.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD011279.pub3>www.cochranelibrary.com

George, S. Z., Bishop, M. D., Bialosky, J. E., Jr, G. Z., & Robinson, M. E. (2006). Immediate effects of spinal manipulation on thermal pain sensitivity : an experimental study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 7(68), 1–10. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-7-68>

George, S. Z., Valencia, C., & Beneciuk, J. M. (2010). A Psychometric Investigation of Fear-Avoidance Model Measures in Patients With Chronic Low Back Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(4), 197–205.

<https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3298>

- Glover, S., & Baran, M. (2017). Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance The Motor-Cognitive Model of Motor Imagery: Evidence From Timing Errors in Simulated Reaching and Grasping The Motor-Cognitive Model of Motor Imagery: Evidence From Timing Errors in Simu. *J Exp Psychol*, 43, 1359–1375. <https://doi.org/10.1037/xhp0000389>
- Gold, M. S., Levine, J. D., & Correa, A. M. (1998). Modulation of TTX-R I(Na) by PKC and PKA and their role in PGE2- induced sensitization of rat sensory neurons in vitro. *Journal of Neuroscience*, 18(24), 10345–10355. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.18-24-10345.1998>
- Gómez-Pérez, L., López-Martínez, A. E., & Ruiz-Párraga, G. T. (2011). Psychometric Properties of the Spanish Version of the Tampa Scale for Kinesiophobia (TSK). *The Journal of Pain : Official Journal of the American Pain Society*, 12(4), 425–435. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2010.08.004>
- Gonzalez-Rosa, J. J., Natali, F., Tettamanti, A., Cursi, M., Velikova, S., Comi, G., Gatti, R., & Leocani, L. (2015). Action observation and motor imagery in performance of complex movements: Evidence from EEG and kinematics analysis. *Behavioural Brain Research*, 15(281), 290–300. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2014.12.016>
- Gordon, R., & Bloxham, S. (2016). A Systematic Review of the Effects of Exercise and Physical Activity on Non-Specific Chronic Low Back Pain. *Healthcare*, 4(2), 22. <https://doi.org/10.3390/healthcare4020022>
- Goubert, D., Danneels, L., & Graven-nielsen, T. (2017). Differences in Pain Processing Between Patients with Chronic Low Back Pain, Recurrent Low Back Pain, and Fibromyalgia. *Pain Physician*, 20(4), 307–318.

- Goubert, D., van Oosterwijck, J., Meeus, M., & Danneels, L. (2016). Structural changes of lumbar muscles in non-specific low back pain. *Pain Physician*, 19(7), E985–E1000.
- Grachev, I. D., Fredrickson, B. E., & Apkarian, A. V. (2002). Brain chemistry reflects dual states of pain and anxiety in chronic low back pain. *J Neural Transm*, 109(10), 1309–1334. <https://doi.org/10.1007/s00702-002-0722-7>
- Graven-Nielsen, T. (2006). Fundamentals of muscle pain, referred pain, and deep tissue hyperalgesia. *Scandinavian Journal of Rheumatology*, 35(SUPPL. 122), 1–43. <https://doi.org/10.1080/03009740600865980>
- Graven-Nielsen, T., & Arendt-Nielsen, L. (2010). Assessment of mechanisms in localized and widespread musculoskeletal pain. *Nature Reviews Rheumatology*, 6(10), 599–606. <https://doi.org/10.1038/nrrheum.2010.107>
- Griffin, D. W., Harmon, D. C., & Kennedy, N. M. (2012). Do patients with chronic low back pain have an altered level and / or pattern of physical activity compared to healthy individuals ? A systematic review of the literature. *Physiotherapy*, 98(1), 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2011.04.350>
- Gross, A. R., Paquin, J. P., Dupont, G., Blanchette, S., Lalonde, P., Cristie, T., Graham, N. Kay, T. M., Burnie, S. J., Gelley, G., Goldsmith, C. H., Forget, M., Santaguida, P. L., Yee, A. J., Radisic, G. G., Hoving, J. L., Bronfort, G., Gross, A., Goldsmith, C., Burnie, S., Rice, M., Miller, J., Peloso, P., Kay, T., Kroeling, P., Trinh, K., Langevin, P., Patel, K., Haines, T., Haraldsson, B., Radylovick, Z., Szeto, G., LeBlanc, F., Ezzo, J., Morien, A., Cameron, I., Wang, Z., Lilge, L., White, R & Hoving, J. (2016). Exercises for mechanical neck disorders: A Cochrane review update. *Manual Therapy*, 24, 25–45. <https://doi.org/10.1016/j.math.2016.04.005>

- Grotle, M., Foster, N. E., Dunn, K. M., & Croft, P. (2010). Are prognostic indicators for poor outcome different for acute and chronic low back pain consulters in primary care? *Pain*, 151(3), 790–797. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.09.014>
- Guillot, A., & Collet, C. (2005). Duration of mentally simulated movement: A review. *Journal of Motor Behavior*, 37(1), 10–20. <https://doi.org/10.3200/JMBR.37.1.10-20>
- Guillot, A., & Collet, C. (2005). Contribution from neurophysiological and psychological methods to the study of motor imagery. *Brain Research Reviews*, 50(2), 387–397. <https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2005.09.004>
- Guo, W., Robbins, M. T., Wei, F., Zou, S., Dubner, R., & Ren, K. (2006). Supraspinal Brain-Derived Neurotrophic Factor Signaling : A Novel Mechanism for Descending Pain Facilitation. *J Neurosci*, 26(1), 126–137. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3686-05.2006>
- Gutknecht, M., Manning, A., Waldvogel, A., Wand, B., & Luomajoki, H. (2015). The effect of motor control and tactile acuity training on patients with non-specific low back pain and movement control impairment. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, 19(4), 722–731. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2014.12.003>
- Haefeli, M., & Elfering, A. (2006). Pain assessment. *European Spine Journal : Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 15 Suppl 1, S17-24. <https://doi.org/10.1007/s00586-005-1044-x>
- Hagen, K., Linde, M., Heuch, I., Stovner, L. J., & Zwart, J.-A. (2011). Increasing Prevalence of Chronic Musculoskeletal Complaints. A Large 11-Year Follow-Up in the General Population (HUNT 2 and 3). *Pain Medicine*, 12(11), 1657–1666.

<https://doi.org/10.1111/j.1526-4637.2011.01240.x>

- Hall, A., Richmond, H., Copsey, B., Hansen, Z., Williamson, E., Jones, G., Fordham, B., Cooper, Z., & Lamb, S. (2018). Physiotherapist-delivered cognitive-behavioural interventions are effective for low back pain, but can they be replicated in clinical practice? A systematic review. *Disability and Rehabilitation*, 40(1), 1–9. <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1236155>
- Hancock, M J, Maher, C. G., Latimer, J., Spindler, M. F., McAuley, J. H., Laslett, M., & Bogduk, N. (2007). Systematic review of tests to identify the disc, SIJ or facet joint as the source of low back pain. *European Spine Journal : Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 16(10), 1539–1550. <https://doi.org/10.1007/s00586-007-0391-1>
- Hancock, MJ., Maher, C. G., & Latimer, J. (2008). Spinal manipulative therapy for acute low back pain: A clinical perspective. *Journal of Manual and Manipulative Therapy*, 16(4), 198–203. <https://doi.org/10.1179/106698108790818279>
- Hancock, MJ., Maher, C. G., Latimer, J., Herbert, R. D., & McAuley, J. H. (2009). Can rate of recovery be predicted in patients with acute low back pain? Development of a clinical prediction rule. *European Journal of Pain*, 13(1), 51–55. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2008.03.007>
- Hapidou, E. G., O'Brien, M. A., Pierrynowski, M. R., de Las Heras, E., Patel, M., & Patla, T. (2012). Fear and avoidance of movement in people with chronic pain: Psychometric properties of the 11-item Tampa scale for Kinesiophobia (TSK-11). *Physiotherapy Canada*, 64(3), 235–241. <https://doi.org/10.3138/ptc.2011-10>
- Hashmi, J. A., Baliki, M. N., Huang, L., Baria, A. T., Torbey, S., Hermann, K. M., Schnitzer,

- T.J., & Apkarian, A. V. (2013). Shape shifting pain: Chronification of back pain shifts brain representation from nociceptive to emotional circuits. *Brain*, 136(9), 2751–2768. <https://doi.org/10.1093/brain/awt211>
- Hayden, J., van Tulder, M., Malmivaara, A., & Koes, B. (2005). Exercise therapy for the treatment of non-specific low back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1111/j.1744-1609.2012.00270.x>
- Heffner KL, France, C., Trost, Z., Ng, H., & Pigeon, W. (2011). Chronic low back pain, sleep disturbance, and interleukin-6. *Clin J Pain*, 27(1), 35–41. <https://doi.org/10.1038/jid.2014.371>
- Heiser, M., Iacoboni, M., Maeda, F., Marcus, J., & Mazziotta, J. C. (2003). The essential role of Broca's area in imitation. *European Journal of Neuroscience*, 17(5), 1123–1128. <https://doi.org/10.1046/j.1460-9568.2003.02530.x>
- Hendrick, P., & Hale, S. M. L. (2011). The relationship between physical activity and low back pain outcomes : a systematic review of observational studies. *Eur. Spine J.*, 20, 464–474. <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1616-2>
- Henry, S. M., Hitt, J. R., Jones, S. L., & Bunn, J. Y. (2006). Decreased limits of stability in response to postural perturbations in subjects with low back pain. *Clinical Biomechanics*, 21(9), 881–892. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2006.04.016>
- Herrmann, C. (1997). International experiences with the hospital anxiety and depression scale - A review of validation data and clinical results. *Journal of Psychosomatic Research*, 42(1), 17–41. [https://doi.org/10.1016/S0022-3999\(96\)00216-4](https://doi.org/10.1016/S0022-3999(96)00216-4)
- Heuch, I., & Foss, I. S. (2013). Acute low back usually resolves quickly but persistent low back pain often persists. *Journal of Physiotherapy*, 59(2), 127.

[https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(13\)70166-8](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(13)70166-8)

- Heyman, E., Gamelin, F., Goekint, M., & Piscitelli, F. (2012). Intense exercise increases circulating endocannabinoid and BDNF levels in humans — Possible implications for reward and depression. *Psychoneuroendocrinology*, 37(6), 844–851. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2011.09.017>
- Hicks, G. E., Gaines, J. M., Shardell, M., & Simonsick, E. M. (2008). Associations of back and leg pain with health status and functional capacity of older adults: Findings from the retirement community back pain study. *Arthritis Care and Research*, 59(9), 1306–1313. <https://doi.org/10.1002/art.24006>
- Hidalgo-Peréz, A., Fernández-García, Á., López-de-Uralde-Villanueva, I., Gil-Martínez, A., Paris-Alemany, A., Fernández-Carnero, J., & La Touche, R. (2015). Effectiveness of a Motor Control Therapeutic Exercise Program Combined With Motor Imagery on the Sensorimotor Function of the Cervical Spine: a Randomized Controlled Trial. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 877–892. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26618067> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4637922>
- Hinkle, D. E., Wiersma, W., & Jurs, S. G. (1990). Applied Statistics for the Behavioral Sciences. *Source: Journal of Educational Statistics*, 15(1), 84–87.
- Hodges, P., & Falla, D. (2015). Interaction between Pain and Sensorimotor Control. In *Grieve's Modern Musculoskeletal Physiotherapy* (p. 672).
- Hodges PW, Richardson, C. (1996). Inefficient muscular stabiliation of the lumbar spine associated with low back pain. *Spine*, 21(22), 2640–2650.
- Hodges PW; Moseley GL. (2003). Pain and motor control of the lumbopelvic region: effect

and possible mechanisms. *J Electromyogr Kinesiol.*, 13(4), 361–370.

- Hoffmann, P., & Thorén, P. (1988). Electric muscle stimulation in the hind leg of the spontaneously hypertensive rat induces a long-lasting fall in blood pressure. *Acta Physiol Scand*, 133(2), 211–219.
- Hohmann, A. G., & Suplita, R. L. (2008). Endocannabinoid mechanisms of pain modulation. *Drug Addiction: From Basic Research to Therapy*, 8(4), 737–764. https://doi.org/10.1007/978-0-387-76678-2_44
- Holtzman, G., Harris-Hayes, M., Hoffman, S. L., Zou, D., Edgeworth, R. A., & Van Dillen, L. R. (2012). Clinical examination procedures to determine the effect of axial decompression on low back pain symptoms in people with chronic low back pain. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 42(2), 105–113. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3724>
- Hooper, T. L., James, C. R., Brismée, J. M., Rogers, T. J., Gilbert, K. K., Browne, K. L., & Sizer, P. S. (2016). Dynamic balance as measured by the Y-Balance Test is reduced in individuals with low back pain: A cross-sectional comparative study. *Physical Therapy in Sport*, 22, 29–34. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2016.04.006>
- Hoy, D., Brooks, P., Blyth, F., & Buchbinder, R. (2010). The Epidemiology of low back pain. *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology*, 24(6), 769–781. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2010.10.002>
- Hoy, Damian, Bain, C., Williams, G., March, L., Brooks, P., Blyth, F., Woolf, A., Vos, T., & Buchbinder, R. (2012). A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis and Rheumatism*, 64(6), 2028–2037. <https://doi.org/10.1002/art.34347>
- Hung, C.-I., Liu, C.-Y., & Fu, T.-S. (2015). Depression: An important factor associated with

- disability among patients with chronic low back pain. *The International Journal of Psychiatry in Medicine*, 49(3), 187–198. <https://doi.org/10.1177/0091217415573937>
- Huysmans, E., Ickmans, K., Van Dyck, D., Nijs, J., Gidron, Y., Roussel, N., Polli, A., Moens, M., Goudman, L., & De Kooning, M. (2018). Association Between Symptoms of Central Sensitization and Cognitive Behavioral Factors in People With Chronic Nonspecific Low Back Pain: A Cross-sectional Study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 41(2), 92–101. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2017.08.007>
- Iggo, B. Y. A. (1960). Cutaneous mechanoreceptors with afferent C fibres. *J Physiol.*, 152, 337–353.
- Igolnikov, I., Gallagher, R. M., & Hainline, B. (2018). *Sport-related injury and pain classification. Handbook of Clinical Neurology* (1st ed., Vol. 158). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63954-7.00039-2>
- Ito, T., Shirado, O., Suzuki, H., Takahashi, M., Kaneda, K., & Strax, T. (1996). Lumbar Trunk Muscle Endurance Testing: An Inexpensive alternative to a machine for evaluation. *Arch Phys Med Rehabil.*, 77(1), 75–79.
- Itz, C. J., Geurts, J. W., Van Kleef, M., & Nelemans, P. (2013). Clinical course of non-specific low back pain: A systematic review of prospective cohort studies set in primary care. *European Journal of Pain (United Kingdom)*, 17(1), 5–15. <https://doi.org/10.1002/j.1532-2149.2012.00170.x>
- Jackson, T., Wang, Y., Wang, Y., & Fan, H. (2014). Self-efficacy and chronic pain outcomes: A meta-analytic review. *Journal of Pain*, 15(8), 800–814. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2014.05.002>
- Jacob, T., Zeev, A., & Epstein, L. (2003). Low back pain- a community based study of care-

seeking and therapeutic effectiveness. *Disability and Rehabilitation*, 25(2), 67–76.

<https://doi.org/10.1080/0963828021000007905>

Jarvik, J., & Deyo, R. (2002). Diagnostic evaluation of low back pain with emphasis on imaging. *Ann Intern Med.*, 137(7), 586–597. [https://doi.org/10.1016/S0030-5898\(03\)00099-3](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(03)00099-3)

Jeannerod, M., Arbib, M. A., Rizzolatti, G., & Sakata, H. (1995). Grasping objects: the cortical mechanisms of visuomotor transformation. *Trends in Neurosciences*, 18(7), 314–320. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(95\)93921-J](https://doi.org/10.1016/0166-2236(95)93921-J)

Jeffries, L. J., Milanese, S. F., & Grimmer-Somers, K. A. (2007). Epidemiology of adolescent spinal pain: A systematic overview of the research literature. *Spine*, 32(23), 2630–2637. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318158d70b>

Jensen, T. S., Baron, R., Haanpää, M., Kalso, E., Loeser, J. D., Rice, A. S. C., & Treede, R. D. (2011). A new definition of neuropathic pain. *Pain*, 152(10), 2204–2205. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2011.06.017>

Jensen, T. S., & Gebhart, G. F. (2008). New pain terminology: A work in progress. *Pain*, 140(3), 399–400. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2008.10.014>

Jette, D. U., & Jette, A. M. (1996). Physical therapy and health outcomes in patients with knee impairments. *Physical Therapy*, 76(11), 1178–1187. <https://doi.org/10.1093/ptj/76.11.1178>

Ji, R. R., Kohno, T., Moore, K. A., & Woolf, C. J. (2003). Central sensitization and LTP: Do pain and memory share similar mechanisms? *Trends in Neurosciences*, 26(12), 696–705. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2003.09.017>

Ji, R. R., Samad, T. A., Jin, S. X., Schmoll, R., & Woolf, C. J. (2002). p38 MAPK activation

- by NGF in primary sensory neurons after inflammation increases TRPV1 levels and maintains heat hyperalgesia. *Neuron*, 36(1), 57–68. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(02\)00908-X](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)00908-X)
- Johnson, S., Hall, J., Barnett, S., Draper, M., Derbyshire, G., Haynes, L., Rooney, C., Cameron, H., Moseley, G.L., Williams, A.C., McCabe, C., & Goebel, A. (2012). Using graded motor imagery for complex regional pain syndrome in clinical practice: Failure to improve pain. *European Journal of Pain*, 16(4), 550–561. <https://doi.org/10.1002/j.1532-2149.2011.00064.x>
- Jones, G. T., Nicholl, B. I., McBeth, J., Davies, K. A., Morriss, R. K., Dickens, C., & MacFarlane, G. J. (2011). Role of road traffic accidents and other traumatic events in the onset of chronic widespread pain: Results from a population-based prospective study. *Arthritis Care and Research*, 63(5), 696–701. <https://doi.org/10.1002/acr.20417>
- JoyPaul, S., Kelly, F., McMillan, S. S., & King, M. A. (2019). Multi-disciplinary interventions for chronic pain involving education: A systematic review. *PLoS ONE*, 14(10), 1–24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223306>
- Kamper, S J; Maher, C G; Mackay, G. (2009). Global rating of change scales:A Review of Strengths and Weaknesses and Considerations for Design. *Australian Journal of Physiotherapy*, 55(4), 289. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(09\)70015-7](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(09)70015-7)
- Kamper, S. T., Apeldoorn, A. T., Chiarotto, A., Smeets, R., Ostelo, R. W. J. G., Guzman, J., & van Tulder, M. W. (2014). Multidisciplinary biopsychosocial rehabilitation for chronic low back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2(9), CD000963. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd000963>
- Kaptchuk, T. J. (2002). The placebo effect in alternative medicine: Can the performance of a healing ritual have clinical significance? *Annals of Internal Medicine*, 136(11), 817–

825. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-136-11-200206040-00011>

- Kasch, H., Qerama, E., Bach, F. W., & Jensen, T. S. (2005). Reduced cold pressor pain tolerance in non-recovered whiplash patients: A 1-year prospective study. *European Journal of Pain*, 9(5), 561–569. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2004.11.011>
- Katz, J. N. (2006). Lumbar disc disorders and low-back pain: Socioeconomic factors and consequences. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*, 88(SUPPL. 2), 21–24. <https://doi.org/10.2106/JBJS.E.01273>
- Keeffe, M. O., Purtill, H., Kennedy, N., Conneely, M., Hurley, J., O'Sullivan, P., Dankaerts, W., & O'Sullivan, K. (2016). Comparative Effectiveness of Conservative Interventions for Nonspecific Chronic Spinal Pain: Physical, Behavioral/Psychologically Informed, or Combined? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Pain*, 17(7), 755–774. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2016.01.473>
- Kim, S. -G, Jennings, J. E., Strupp, J. P., Andersen, P., & Uğurbil, K. (1995). Functional MRI of human motor cortices during overt and imagined finger movements. *International Journal of Imaging Systems and Technology*, 6(2–3), 271–279. <https://doi.org/10.1002/ima.1850060218>
- Knittle, K. P., De Gucht, V., Hurkmans, E. J., Vlieland, T. P., Peeters, A. J., Runday, H. K., & Maes, S. (2011). Effect of self-efficacy and physical activity goal achievement on arthritis pain and quality of life in patients with rheumatoid arthritis. *Arthritis Care & Research*, 63(11), 1613–1619. <https://doi.org/10.1002/acr.20587>
- Koes, B., van Tulder, M., & Thomas, S. (2006). Diagnosis and treatment of low back pain. *BMJ*, 332, 1430–34. <https://doi.org/10.1136/bmj.332.7555.1430>
- Koes, B. W., Van Tulder, M., Lin, C. W. C., Macedo, L. G., McAuley, J., & Maher, C.

- (2010). An updated overview of clinical guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care. *European Spine Journal*, 19(12), 2075–2094. <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1502-y>
- Kolber, M. J., Mdt, C., Pizzini, M., Robinson, A., Yanez, D., & Hanney, W. J. (2013). Original research the reliability and concurrent validity of measurements used to quantify lumbar spine mobility: an analysis of an iphone application. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(2), 129–137.
- Koleck, M., Mazaux, J. M., Rascle, N., & Bruchon-Schweitzer, M. (2006). Psycho-social factors and coping strategies as predictors of chronic evolution and quality of life in patients with low back pain: A prospective study. *European Journal of Pain*, 10(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2005.01.003>
- Koltyn, KF; Brellenthin, AG; Cook, DB; Sehgal, N; Hillard, C. (2014). Mechanisms of exercise-induced hypoalgesia. *J Pain*, 15(12), 1294–1304. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2014.09.006>.Mechanisms
- Koltyn, KF. (2000). Analgesia following exercise: a review. *Sports Med.*, 29(2), 85–98. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2017.07.006>
- Koltyn, KF., & Umeda, M. (2006). Exercise , Hypoalgesia and Blood Pressure. *Sports Med.*, 36(3), 207–214.
- Kosek, E., Cohen, M., Baron, R., Gebhart, G. F., Mico, J. A., Rice, A. S. C., Rief, W., & Sluka, A. K. (2016). Do we need a third mechanistic descriptor for chronic pain states? *Pain*, 157(7), 1382–1386. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000507>
- Kottke, F., & Stillwell, G. L. (1982). *Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation*. (P. W. S. Co., Ed.) (3rd ed.).

- Kovacs, F. M., Llobera, J., Gil Del Real, M. T., Abaira, V., Gestoso, M., Fernández, C., & Primaria Group, K.-A. (2002). Validation of the spanish version of the Roland-Morris questionnaire. *Spine*, 27(5), 538–542.
- Kroenke, K., Wu, J., Bair, M., Krebs, E., Damush, T., & Tu, W. (2011). Reciprocal relationship between pain and depression: a 12-month longitudinal analysis in primary care. *J Pain*, 12(9), 964–973. <https://doi.org/10.1038/jid.2014.371>
- Kuss, K., Becker, A., Quint, S., & Leonhardt, C. (2015). Activating therapy modalities in older individuals with chronic non-specific low back pain: A systematic review. *Physiotherapy (United Kingdom)*, 101(4), 310–318. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2015.04.009>
- Kwak, S. G., & Kim, J. H. (2017). Central limit theorem: The cornerstone of modern statistics. *Korean Journal of Anesthesiology*, 70(2), 144–156. <https://doi.org/10.4097/kjae.2017.70.2.144>
- La Touche, R, Grande-Alonso, M., Arnés-Prieto, P., & Paris-Aleman, A. (2019). How Does Self-Efficacy Influence Pain Perception, Postural Stability and Range of Motion in Individuals with Chronic Low Back Pain? *Pain Physician*, 22(1), 1–14.
- La Touche, R, Perez-Fernandez, M., Barrera-Marchessi, I., Lopez-De-Uralde-Villanueva, I., Villafañe, J. H., Prieto-Aldana, M., Suso-Martí, L., & Paris-Aleman, A. (2019). Psychological and physical factors related to disability in chronic low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 32(4), 603–611. <https://doi.org/10.3233/BMR-181269>
- La Touche, R, Sánchez-Vázquez, M., Cuenca-Martínez, F., Prieto-Aldana, M., Paris-Aleman, A., & Navarro-Fernández, G. (2019). Instruction Modes for Motor Control Skills Acquisition: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Motor Behavior*, 0(0),

1–12. <https://doi.org/10.1080/00222895.2019.1645087>

- Lacourse, M. G., Orr, E. L. R., Cramer, S. C., & Cohen, M. J. (2005). Brain activation during execution and motor imagery of novel and skilled sequential hand movements. *NeuroImage*, 27(3), 505–519. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.04.025>
- Lafond, D., Champagne, A., Descarreaux, M., Dubois, J. D., Prado, J. M., & Duarte, M. (2009). Postural control during prolonged standing in persons with chronic low back pain. *Gait and Posture*, 29(3), 421–427. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2008.10.064>
- Laird, R. A., Gilbert, J., Kent, P., & Keating, J. L. (2014). Comparing lumbo-pelvic kinematics in people with and without back pain: A systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 15(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-229>
- Lamotte, R. H., Thalhammer, J. G., Torebjork, H. E., & Robinson, C. J. (1982). Peripheral neural mechanisms of cutaneous hyperalgesia following mild injury by heat. *Journal of Neuroscience*, 2(6), 765–781. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.02-06-00765.1982>
- Landmark, T., Romundstad, P., Butler, S., Kaasa, S., & Borchgrevink, P. (2019). Development and course of chronic widespread pain. *Pain*, 160(9), 1976–1981. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001585>
- Landmark, T., Romundstad, P., Dale, O., Borchgrevink, P. C., Vatten, L., & Kaasa, S. (2013). Chronic pain: One year prevalence and associated characteristics (the HUNT pain study). *Scandinavian Journal of Pain*, 4(4), 182–187. <https://doi.org/10.1016/j.sjpain.2013.07.022>
- Larivière, C., Bilodeau, M., Forget, R., Vadeboncoeur, R., & Mecheri, H. (2010). Poor Back Muscle Endurance Is Related to Pain Catastrophizing in Patients With Chronic Low

Back Pain. *Spine*, 35(22), 1178–1186.

- Larsson, B., Björk, J., Börsbo, B., & Gerdle, B. (2012). A systematic review of risk factors associated with transitioning from regional musculoskeletal pain to chronic widespread pain. *European Journal of Pain (United Kingdom)*, 16(8), 1084–1093. <https://doi.org/10.1002/j.1532-2149.2012.00117.x>
- Lawford, B. J., Walters, J., & Ferrar, K. (2016). Does walking improve disability status, function, or quality of life in adults with chronic low back pain? A systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 30(6), 523–536. <https://doi.org/10.1177/0269215515590487>
- Lee, H., Hübscher, M., Moseley, G. L., Kamper, S. J., Traeger, A. C., Mansell, G., & McAuley, J. H. (2015). How does pain lead to disability? A systematic review and meta-analysis of mediation studies in people with back and neck pain. *Pain*, 156(6), 988–997. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000146>
- Lewis, G. N., Rice, D. A., & McNair, P. J. (2012). Conditioned pain modulation in populations with chronic pain: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Pain*, 13(10), 936–944. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2012.07.005>
- Lima, L. V., Abner, T. S. S., & Sluka, K. A. (2017). Does exercise increase or decrease pain? Central mechanisms underlying these two phenomena. *Journal of Physiology*, 595(13), 4141–4150. <https://doi.org/10.1113/JP273355>
- Limakatso, K., Corten, L., & Parker, R. (2016). The effects of graded motor imagery and its components on phantom limb pain and disability in upper and lower limb amputees: A systematic review protocol. *Systematic Reviews*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0322-5>
- Lin, C. W. C., McAuley, J. H., MacEdo, L., Barnett, D. C., Smeets, R. J., & Verbunt, J. A.

- (2011). Relationship between physical activity and disability in low back pain: A systematic review and meta-analysis. *Pain*, 152(3), 607–613. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.11.034>
- Linton, S. J. (2000). A review of psychological risk factors in back and neck pain. *Spine*, 25(9), 1148–1156. <https://doi.org/10.1097/00007632-200005010-00017>
- Linton, S. J., & Bergbom, S. (2011). Understanding the link between depression and pain. *Scandinavian Journal of Pain*, 2(2), 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.sjpain.2011.01.005>
- Lluch-Girbés, E., Dueñas, L., Barbero, M., Falla, D., Baert, I. A. C., Meeus, M., Sánchez-Frutos, J., Aguilera, L., & Nijs, J. (2016). Expanded Distribution of Pain as a Sign of Central Sensitization in Individuals With Symptomatic Knee Osteoarthritis. *Phys Ther*, 96(8), 1196–1207.
- Loeser, J. D., & Treede, R. D. (2008). The Kyoto protocol of IASP Basic Pain Terminology. *Pain*, 137(3), 473–477. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2008.04.025>
- López-de-Uralde-Villanueva, I., Beltran-Alacreu, H., Fernández-Carnero, J., & La Touche, R. (2018). Pain management using a multimodal physiotherapy program including a biobehavioral approach for chronic nonspecific neck pain: a randomized controlled trial. *Physiotherapy Theory and Practice*, 00(00), 157–174. <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1480678>
- Losana-Ferrer, A., Manzanas-López, S., Cuenca-Martínez, F., Paris-Alemany, A., & La Touche, R. (2018). Effects of motor imagery and action observation on hand grip strength, electromyographic activity and intramuscular oxygenation in the hand gripping gesture: A randomized controlled trial. *Human Movement Science*, 58, 119–131. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.01.011>

Lotze, Martin, Montoya, P., Erb, M., Hülsmann, E., Flor, H., Klose, U., & Grood, W. (1999).

Activation of cortical and cerebellar motor areas during executed and imagined hand movements: An fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11(5), 491–501.
<https://doi.org/10.1162/089892999563553>

Louw, A., Diener, I., Butler, D. S., & Puentedura, E. J. (2011). The effect of neuroscience

education on pain, disability, anxiety, and stress in chronic musculoskeletal pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(12), 2041–2056.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.07.198>

Louw, A., Nijs, J., & Puentedura, E. J. (2017). A clinical perspective on a pain neuroscience

education approach to manual therapy. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 98/7(May), 1–9. <https://doi.org/10.1080/10669817.2017.1323699>

Lumley, M. A., Cohen, J. L., Borszcz, G. S., Cano, A., Radcliffe, M., A., Porter, L.S.,

Schubiner, H., & Keefe, F. J. (2011). Pain and Emotion: A Biopsychosocial Review of Recent Research. *J Clin Psychol*, 67(9), 942–968.
<https://doi.org/10.1002/jclp.20816.Pain>

Luomajoki, H. A., Bonet Beltran, M. B., Careddu, S., & Bauer, C. M. (2018). Effectiveness

of movement control exercise on patients with non-specific low back pain and movement control impairment: A systematic review and meta-analysis. *Musculoskeletal Science and Practice*, 36(March), 1–11.
<https://doi.org/10.1016/j.msksp.2018.03.008>

Macdonald, D., Moseley, G. L., & Hodges, P. W. (2009). Why do some patients keep hurting

their back? Evidence of ongoing back muscle dysfunction during remission from recurrent back pain. *Pain*, 142(3), 183–188. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2008.12.002>

- Maier, C., Baron, R., Tölle, T. R., Binder, a, Birbaumer, N., Birklein, F., Gierthmühlen, J., Flor, H., Geber, C., Huge, V., Krumova, E K., Landwehrmeyer, G B., Magerl, W., Maihöfner, C., Richter, H., Rolke, R., Scherens, A., Schwarz, A., Sommer, C., Tronnier, V., Uçeyler, N., Valet, M., Wasner, G., & Treede, R.-D. (2010). Quantitative sensory testing in the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): somatosensory abnormalities in 1236 patients with different neuropathic pain syndromes. *Pain*, *150*(3), 439–450. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.05.002>
- Malisza, K. L., Gregorash, L., Turner, A., Foniok, T., Stroman, P. W., Allman, A. A., Summers, R., & Wright, A. (2003). Functional MRI involving painful stimulation of the ankle and the effect of physiotherapy joint mobilization. *Magnetic Resonance Imaging*, *21*(5), 489–496. [https://doi.org/10.1016/S0730-725X\(03\)00074-2](https://doi.org/10.1016/S0730-725X(03)00074-2)
- Malouin, F., Richards, C. L., Durand, A., & Doyon, J. (2008). Reliability of Mental Chronometry for Assessing Motor Imagery Ability After Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *89*(2), 311–319. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.11.006>
- Marcos-Martín, F., González-Ferrero, L., Martín-Alcocer, N., Paris-Alemany, A., & La Touche, R. (2018). Multimodal physiotherapy treatment based on a biobehavioral approach for patients with chronic cervico-craniofacial pain: a prospective case series. *Physiotherapy Theory and Practice*, *34*(9), 671–681. <https://doi.org/10.1080/09593985.2017.1423522>
- Marouf, R., & Pich, M. (2015). Is temporal summation of pain and spinal nociception altered during normal aging ? *Pain*, *156*(10), 1945–1953.
- Martel, M. O., Wideman, T. H., & Sullivan, M. J. L. (2012). Patients who display protective

- pain behaviors are viewed as less likable, less dependable, and less likely to return to work. *Pain*, 153(4), 843–849. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2012.01.007>
- Martín-Aragón M, Pastor M., Rodríguez-Marín J, March M., Lledó A, López-Roig S, et al. (1999). Percepción de autoeficacia en dolor crónico: adaptación y validación de la Chronic Pain Self-Efficacy Scale. *Rev Psicol La Salud.*, 11, 53–75.
- May, A. (2007). Neuroimaging : visualising the brain in pain. *Neurol Sci*, 28, 101–107. <https://doi.org/10.1007/s10072-007-0760-x>
- Mazaheri, M., Coenen, P., Parnianpour, M., Kiers, H., & van Dieën, J. H. (2013). Low back pain and postural sway during quiet standing with and without sensory manipulation: A systematic review. *Gait and Posture*, 37(1), 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.06.013>
- McBeth, J., Lacey, R. J., & Wilkie, R. (2014). Predictors of new-onset widespread pain in older adults. *Arthritis and Rheumatology*, 66(3), 757–767. <https://doi.org/10.1002/art.38284>
- Mccormick, K., Zalucki, N., Hudson, M. L., & Moseley, G. L. (2007). Faulty proprioceptive information disrupts motor imagery : an experimental study. *Australian Journal of Physiotherapy*, 53(1), 41–45. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(07\)70060-0](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(07)70060-0)
- Meeus, M., & Nijs, J. (2007). Central sensitization: A biopsychosocial explanation for chronic widespread pain in patients with fibromyalgia and chronic fatigue syndrome. *Clinical Rheumatology*, 26(4), 465–473. <https://doi.org/10.1007/s10067-006-0433-9>
- Meeus, M., Nijs, J., Van de Wauwer, N., Toeback, L., & Truijen, S. (2008). Diffuse noxious inhibitory control is delayed in chronic fatigue syndrome: An experimental study. *Pain*, 139(2), 439–448. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2008.05.018>

- Meeus, M., Nijs, J., Van Oosterwijck, J., Van Alsenoy, V., & Truijen, S. (2010). Pain physiology education improves pain beliefs in patients with chronic fatigue syndrome compared with pacing and self-management education: A double-blind randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(8), 1153–1159. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.04.020>
- Meier, M. L., Stämpfli, P., Humphreys, B. K., Vrana, A., Seifritz, E., & Schweinhardt, P. (2017). The impact of pain-related fear on neural pathways of pain modulation in chronic low back pain. *PAIN Reports*, 2(3), e601. <https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000000601>
- Meints, S. M., Mawla, I., Napadow, V., Kong, J., Gerber, J., Chan, S. T., Wasan, A.D., Kaptchuk, T.J., McDonnell, C., Carriere, J., Rosen, B., Gollub, R.L., & Edwards, R. R. (2019). The relationship between catastrophizing and altered pain sensitivity in patients with chronic low-back pain. *Pain*, 160(4), 833–843. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001461>
- Melzack, R. (1999). From the gate to the neuromatrix. *Pain, Suppl 6*, S121-6. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10491980>
- Melzack, R., & Wall, P. (1965). Pain mechanisms: a new theory. *Science*, 150, 917–919.
- Mendell, L. M. (2014). Constructing and deconstructing the gate theory of pain. *Pain*, 155(2), 210–216. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.12.010>
- Merskey, H., & Bogduk, N. (1994). Classification of Chronic Pain: Descriptions of Chronic Pain Syndromes and Definitions of Pain Terms. *Seattle: IASP Press*, 3, S1-226.
- Meyer, K., Tschopp, A., Sprott, H., & Mannion, A. (2009). Association between catastrophizing and self-rated pain and disability in patients with chronic low back pain.

J Rehabil Med., 41(8), 620–625. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2007.11.005>

- Mi, J., Ye, J., Zhao, X., & Zhao, J. (2018). Effects of lumbosacral orthoses on postural control in individuals with or without non-specific low back pain. *European Spine Journal*, 27(1), 180–186. <https://doi.org/10.1007/s00586-017-5355-5>
- Mientges, M. I. V., & Frank, J. S. (1999). Balance in chronic low back pain patients compared to healthy people under various conditions in upright standing. *Clinical Biomechanics*, 14(10), 710–716. [https://doi.org/10.1016/S0268-0033\(99\)00025-X](https://doi.org/10.1016/S0268-0033(99)00025-X)
- Mifflin, K. A., & Kerr, B. J. (2014). The transition from acute to chronic pain: Understanding how different biological systems interact. *Canadian Journal of Anesthesia*, 61(2), 112–122. <https://doi.org/10.1007/s12630-013-0087-4>
- Mirelman, A., Patritti, B. L., Bonato, P., & Deutsch, J. E. (2010). Effects of virtual reality training on gait biomechanics of individuals post-stroke. *Gait and Posture*, 31(4), 433–437. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.01.016>
- Mitchell, T., O’Sullivan, P. B., Smith, A., Burnett, A. F., Straker, L., Thornton, J., & Rudd, C. J. (2009). Biopsychosocial factors are associated with low back pain in female nursing students: A cross-sectional study. *International Journal of Nursing Studies*, 46(5), 678–688. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2008.11.004>
- Morales Tejera, D., Fernandez-Carnero, J., Suso-Martí, L., Cano-de-la-Cuerda, R., Lerín-Calvo, A., Remón-Ramiro, L., & La Touche, R. (2020). Comparative study of observed actions, motor imagery and control therapeutic exercise on the conditioned pain modulation in the cervical spine: a randomized controlled trial. *Somatosensory & Motor Research*, 0(0), 1–11. <https://doi.org/10.1080/08990220.2020.1756244>
- Moreau, C. E., Green, B. N., Johnson, C. D., & Susan, R. (2001). Isometric Back Extension

- Endurance Tests : A Review of the Literature. *J Manipulative Physiol Ther.*, 24(2), 110–122. <https://doi.org/10.1067/mmt.2001.112563>
- Moseley, G. L. (2004). Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome: A randomised controlled trial. *Pain*, 108(1–2), 192–198. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2004.01.006>
- Moseley, G. L. (2004). Evidence for a direct relationship between cognitive and physical change during an education intervention in people with chronic low back pain. *European Journal of Pain*, 8(1), 39–45. [https://doi.org/10.1016/S1090-3801\(03\)00063-6](https://doi.org/10.1016/S1090-3801(03)00063-6)
- Moseley, G.L, & Flor, H. (2012). Targeting cortical representations in the treatment of chronic pain: A review. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 26(6), 646–652. <https://doi.org/10.1177/1545968311433209>
- Moseley, G.L, McCormick, K., Hudson, M., & Zalucki, N. (2006). Disrupted cortical proprioceptive representation evokes symptoms of peculiarity , foreignness and swelling , but not pain. *Rheumatology*, 45, 196–200. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/kei119>
- Moseley, G.L, Zalucki, N., Birklein, F., Marinus, J., Hilten, J. J. V. A. N., Luomajoki, H., Zalucki, N., Marinus, J., & Van, J. J. (2008). Thinking About Movement Hurts : The Effect of Motor Imagery on Pain and Swelling in People With Chronic Arm Pain. *Arthritis and Rheumatism*, 59(5), 623–631. <https://doi.org/10.1002/art.23580>
- Moseley, G.L. (2002). Combined physiotherapy and education is efficacious for chronic low back pain. *Australian Journal of Physiotherapy*, 48(4), 297–302. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(14\)60169-0](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(14)60169-0)

- Moseley, G.L. (2003). Unraveling the barriers to reconceptualization of the problem in chronic pain: The actual and perceived ability of patients and health professionals to understand the neurophysiology. *Journal of Pain*, 4(4), 184–189. [https://doi.org/10.1016/S1526-5900\(03\)00488-7](https://doi.org/10.1016/S1526-5900(03)00488-7)
- Moulson, A., & Watson, T. (2006). A preliminary investigation into the relationship between cervical snags and sympathetic nervous system activity in the upper limbs of an asymptomatic population. *Manual Therapy*, 11(3), 214–224. <https://doi.org/10.1016/j.math.2006.04.003>
- Mouri, H. (2013). Log-normal distribution from a process that is not multiplicative but is additive. *Physical Review E*, 88, 042124. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.88.042124>
- Mukamel, R., Ekstrom, A. D., Kaplan, J., Iacoboni, M., & Fried, I. (2010). Single-Neuron Responses in Humans during Execution and Observation of Actions. *Current Biology*, 20(8), 750–756. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2010.02.045>
- Müller-Schwefe, G., Freytag, A., Höer, A., Schiffhorst, G., Becker, A., Casser, H. R., ... Treede, R. D. (2011). Healthcare utilization of back pain patients: Results of a claims data analysis. *Journal of Medical Economics*, 14(6), 816–823. <https://doi.org/10.3111/13696998.2011.625067>
- Muñoz-García, D., Lopez-Uralde-Villanueva, I., Beltrán-Alacreu, H., La Touche, R., & Fernández-Carnero, J. (2016). Patients with Concomitant Chronic Neck Pain and Myofascial Pain in Masticatory Muscles Have More Widespread Pain and Distal Hyperalgesia than Patients with Only Chronic Neck Pain. *Pain Medicine*, pnw274. <https://doi.org/10.1093/pm/pnw274>
- Nachemson, A. (1999). Back pain: delimiting the problem in the next millennium. *International Journal of Law and Psychiatry*, 22(5–6), 473–490. Retrieved from

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10637754>

- Nagrale, A. V., Patil, S. P., Gandhi, R. A., & Learman, K. (2012). Effect of slump stretching versus lumbar mobilization with exercise in subjects with non-radicular low back pain: a randomized clinical trial. *The Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 20(1), 35–42. <https://doi.org/10.1179/2042618611Y.00000000015>
- Naugle, K. M., Fillingim, R. B., & Riley, J. L. (2012). A metaanalytic review of the hypoalgesic effects of exercise. *Journal of Pain*, 13, 1139–1150. <https://doi.org/10.1038/jid.2014.371>
- Nguyen, C., Lefèvre-Colau, M. M., Poiraudau, S., & Rannou, F. (2016). Rehabilitation (exercise and strength training) and osteoarthritis: A critical narrative review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 59(3), 190–195. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2016.02.010>
- Niederer, D., & Mueller, J. (2020). Sustainability effects of motor control stabilisation exercises on pain and function in chronic nonspecific low back pain patients: A systematic review with meta-analysis and meta-regression. *PLoS ONE*, 15(1), 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227423>
- Nieto-Garcia, J., Suso-Marti, L., La Touche, R., & Grande-Alonso, M. (2019). Somatosensory and Motor Differences between Physically Active Patients with Chronic Low Back Pain and Asymptomatic Individuals. *Medicina*, 55(9), 1–13.
- Nieto-García, J., Suso-Martí, L., La Touche, R., & Grande-Alonso, M. (2019). Somatosensory and motor differences between physically active patients with chronic low back pain and asymptomatic individuals. *Medicina (Lithuania)*, 55(9). <https://doi.org/10.3390/medicina55090524>

- Nijs, J., Apeldoorn, A., Hallegraef, H., Clark, J., Smeets, R., Malfliet, A., Lluch-Girbés, E., De Kooning, M., & Ickmans, K. (2015). Low back pain: Guidelines for the clinical classification of predominant neuropathic, nociceptive, or central sensitization pain. *Pain Physician*, 18(3), E333–E346.
- Nijs, J., Clark, J., Malfliet, A., Ickmans, K., Voogt, L., Don, S., den Bandt, H., Goubert D., Kregel, J., Coppieters, I., & Dankaerts, W. (2017). In the spine or in the brain? Recent advances in pain neuroscience applied in the intervention for low back pain. *Clinical and Experimental Rheumatology*, 35(5), S108–S115.
- Nijs, J., Malfliet, A., Ickmans, K., Baert, I., & Meeus, M. (2014). Treatment of central sensitization in patients with ‘unexplained’ chronic pain: an update. *Expert Opinion on Pharmacotherapy*, 15(12), 1671–1683.
<https://doi.org/10.1517/14656566.2014.925446>
- Nijs, J., Wilgen, C. P. Van, Oosterwijck, J. Van, Ittersum, M. Van, & Meeus, M. (2011). How to explain central sensitization to patients with ‘unexplained’ chronic musculoskeletal pain: Practice guidelines. *Manual Therapy*, 16(5), 413–418.
<https://doi.org/10.1016/j.math.2011.04.005>
- Nixon, R. M., Wonderling, D., & Grieve, R. D. (2010). Non-parametric methods for cost-effectiveness analysis: the central limit theorem and the bootstrap compared. *Health Economics*, 19(3), 316–333. <https://doi.org/10.1002/hec.1477>
- Nobusako, S., Matsuo, A., & Morioka, S. (2012). Effectiveness of the Gaze Direction Recognition Task for Chronic Neck Pain and Cervical Range of Motion: A Randomized Controlled Pilot Study. *Rehabilitation Research and Practice*, 2012, 1–13.
<https://doi.org/10.1155/2012/570387>

- Nolan, M. (1985). Quantitative measure of cutaneous sensation. Two-point discrimination values for the face and trunk. *Phys Ther*, 65(2), 181–185.
- Nugraha, B., Gutenbrunner, C., Barke, A., Karst, M., Schiller, J., Schäfer, P., Falter, S., Korwisi, B., Rief, W., & Treede, R. D. (2019). The IASP classification of chronic pain for ICD-11: Functioning properties of chronic pain. *Pain*, 160(1), 88–94. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001433>
- O’Keeffe, M., O’Sullivan, P., Purtill, H., Bargary, N., & O’Sullivan, K. (2019). Cognitive functional therapy compared with a group-based exercise and education intervention for chronic low back pain: A multicentre randomised controlled trial (RCT). *British Journal of Sports Medicine*, 1–9. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-100780>
- O’Neill, S., Larsen, J. B., Nim, C., & Arendt-Nielsen, L. (2019). Topographic mapping of pain sensitivity of the lower back - A comparison of healthy controls and patients with chronic non-specific low back pain. *Scandinavian Journal of Pain*, 19(1), 25–37. <https://doi.org/10.1515/sjpain-2018-0113>
- O’Sullivan, P. (2005). Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. *Man Ther.*, 10, 242–255. <https://doi.org/10.1016/j.math.2005.07.001>
- O’Sullivan, P. (2012a). A classification-based cognitive functional approach for the management of back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*, 42, A17e21.
- O’Sullivan, P. (2012b). It’s time for change with the management of non-specific chronic low back pain. *British Journal of Sports Medicine*, 46(4), 224–227. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.081638>
- O’Sullivan, P., Caneiro, J., O’Keeffe, M., Smith, A., Dankaerts, W., Fersum, K., &

- O'Sullivan, K. (2015). Cognitive Functional Therapy: An Integrated Behavioral Approach for the Targeted Management of Disabling Low Back Pain. *Phys Ther*, 95(11), 1–3.
- O'Sullivan, P., Waller, R., Wright, A., Gardner, J., Johnston, R., Payne, C., Shannon, A., Ware, B., & Smith, A. (2014). Sensory characteristics of chronic non-specific low back pain: A subgroup investigation. *Manual Therapy*, 19(4), 311–318. <https://doi.org/10.1016/j.math.2014.03.006>
- Oliveira, C. B., Maher, C. G., Pinto, R. Z., Traeger, A. C., Lin, C. W. C., Chenot, J. F., van Tulder, M., & Koes, B. W. (2018). Clinical practice guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care: an updated overview. *European Spine Journal*, 27(11), 2791–2803. <https://doi.org/10.1007/s00586-018-5673-2>
- Ono, R., Yamazaki, S., Takegami, M., Suzukamo, Y., Konno, S., Kikuchi, S., & Fukuhara, S. (2015). Patient-reported disability in the general Japanese population was associated with medical care visits for low back pain, regardless of pain intensity. *Journal of Orthopaedic Science*, 20(4), 742–749. <https://doi.org/10.1007/s00776-015-0719-3>
- Oostendorp, R. A. B., Scholten-Peeters, G. G. M., Swinkels, R. A. H. M., Bekkering, G. E., Heijmans, M. W. F. G. J., Huijbregts, P. A., & Hendriks, E. J. M. (2004). Evidence-Based Practice in Physical and Manual Therapy: Development and Content of Dutch National Practice Guidelines for Patients with Non-Specific Low Back Pain. *Journal of Manual and Manipulative Therapy*, 12(1), 21–31. <https://doi.org/10.1179/106698104790825464>
- Ostelo, R. W. J. G., Deyo, R. A., Stratford, P., Waddell, G., Croft, P., Von Korf, M., Bouter, L.M., & de Vet, H. C. (2008). Interpreting Change Scores for Pain and Functional Status in Low Back Pain. *Spine*, 33(1), 90–94.

<https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31815e3a10>

Othman, R., Dassanayake, S., Jayakaran, P., Tumilty, S., Swain, N., & Mani, R. (2020).

Relationships between Psychological, Social, Physical Activity, and Sleep Measures and Somatosensory Function in Individuals with Spinal Pain: A Systematic Review and Meta-analysis. Clinical Journal of Pain (Vol. 36).

<https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000775>

Pak, D. J., Yong, R. J., Kaye, A. D., & Urman, R. D. (2018). Chronification of Pain:

Mechanisms, Current Understanding, and Clinical Implications. *Current Pain and Headache Reports*, 22(2). <https://doi.org/10.1007/s11916-018-0666-8>

Papageorgiou, A. C., Silman, A. J., & Macfarlane, G. J. (2002). Chronic widespread pain in

the population: A seven year follow up study. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 61(12), 1071–1074. <https://doi.org/10.1136/ard.61.12.1071>

Parreira, P., Heymans, M. W., van Tulder, M. W., Esmail, R., Koes, B. W., Poquet, N., ...

Maher, C. G. (2017). Back Schools for chronic non-specific low back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017(8), CD011674.

<https://doi.org/10.1002/14651858.CD011674.pub2>

Patel, N. D., Broderick, D. F., Burns, J., Deshmukh, T. K., Fries, I. B., Harvey, H. B.,

Holly, L., Hunt, C. H., Jagadeesan, B.D., Kennedy, T.A., O'Toole, J. E., Perlmutter, J. S., Policeni, B., Rosenow, J. M., Schroeder, J.W., Whitehead, M. T., Cornelius, R. S., & Corey, A. S. (2016). ACR Appropriateness Criteria Low Back Pain. *Journal of the American College of Radiology*, 13(9), 1069–1078. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2016.06.008>

Pereira, L. M., Obara, K., Dias, J. M., Menacho, M. O., Guariglia, D. A., Schiavoni, D.,

- Pereira, H.M., & Cardoso, J. R. (2012). Comparing the Pilates method with no exercise or lumbar stabilization for pain and functionality in patients with chronic low back pain: Systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 26(1), 10–20. <https://doi.org/10.1177/0269215511411113>
- Pérez-Fernández, M., Lerma-Lara, S., Ferrer-Peña, R., Gil-Martínez, A., López-de-Uralde-Villanueva, I., Paris-Alemany, A., Beltrán-Alacreu, H., & Touche, R. La. (2015). Fear and difficulty perceived when visualizing therapeutic exercise in patients with chronic low back pain: A cross-sectional study. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 11(6), 345–355. <https://doi.org/10.12965/jer.150232>
- Perl, E. R., Kumazawa, T., Lynn, B., & Kenins, P. (1976). Sensitization of High Threshold Receptors with Unmyelinated (C) Afferent Fibers. *Progress in Brain Research*, 43(C), 263–277. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(08\)64359-9](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(08)64359-9)
- Perry, J., & Green, A. (2008). An investigation into the effects of a unilaterally applied lumbar mobilisation technique on peripheral sympathetic nervous system activity in the lower limbs. *Manual Therapy*, 13(6), 492–499. <https://doi.org/10.1016/j.math.2007.05.015>
- Pertwee, R. G. (2001). Cannabinoid receptors and pain. *Prog Neurobiol*, 63(5), 569–611.
- Petersen, T., Laslett, M., & Juhl, C. (2017). Clinical classification in low back pain: best-evidence diagnostic rules based on systematic reviews. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 18(1), 1–23. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1549-6>
- Peyron, R., Laurent, B., & Garcia-Larrea, L. (2000). Functional imaging of brain responses to pain. *Neurophysiologie Clinique = Clinical Neurophysiology*, 30(5), 263–288. Retrieved from papers://40c68295-5659-4035-8dff-71162e06882b/Paper/p420

- Picavet, H. S. J., Vlaeyen, J., & Schouten, J. (2002). Pain Catastrophizing and Kinesiophobia: Predictors of Chronic Low Back Pain. *American Journal of Epidemiology*, 156(11), 1028–1034. <https://doi.org/10.1093/aje/kwf136>
- Pijnenburg, M., Brumagne, S., Caeyenberghs, K., Janssens, L., Goossens, N., Marinazzo, D., Swinnen, S P., Claeys, K., & Siugzdaite, R. (2015). Resting-State Functional Connectivity of the Sensorimotor and the Association with the Sit-to-Stand-to-Sit Task. *Brain Connect.*, 5(5), 303–311. <https://doi.org/10.1089/brain.2014.0309>.
- Pincus, T., Burton, A. K., Vogel, S., & Field, A. P. (2002). A systematic review of psychological factors as predictors of chronicity/disability in prospective cohorts of low back pain. *Spine*, 27(5), 109–120. <https://doi.org/10.1097/00007632-200203010-00017>
- Pinheiro, M. B., Ferreira, M. L., Refshauge, K., Ordoñana, J. R., MacHado, G. C., Prado, L. R., Maher, C.G., & Ferreira, P. H. (2015). Symptoms of depression and risk of new episodes of low back pain: A systematic review and meta-analysis. *Arthritis Care and Research*, 67(11), 1591–1603. <https://doi.org/10.1002/acr.22619>
- Pinto, R. Z., Ferreira, P. H., Kongsted, A., Ferreira, M. L., Maher, C. G., & Kent, P. (2014). Self-reported moderate-to-vigorous leisure time physical activity predicts less pain and disability over 12 months in chronic and persistent low back pain. *European Journal of Pain (United Kingdom)*, 18(8), 1190–1198. <https://doi.org/10.1002/j.1532-2149.2014.00468.x>
- Pleger, B., Dinse, H. R., Ragert, P., Schwenkreis, P., Malin, J. P., & Tegenthoff, M. (2001). Shifts in cortical representations predict human discrimination improvement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(21), 12255–12260. <https://doi.org/10.1073/pnas.191176298>

- Pleger, B., Foerster, A. F., Ragert, P., Dinse, H. R., Schwenkreis, P., Malin, J. P., Nicolas, V., & Tegenthoff, M. (2003). Functional imaging of perceptual learning in human primary and secondary somatosensory cortex. *Neuron*, 40(3), 643–653. <https://doi.org/S0896627303006779> [pii]
- Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., Kiesel, K. B., Underwood, F. B., & Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the Star Excursion Balance Test. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 4(May 2009), 92. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2244>
- Pope, N., Tallon, M., McConigley, R., Leslie, G., & Wilson, S. (2017). Experiences of acute pain in children who present to a healthcare facility for treatment: A systematic review of qualitative evidence. *JBIS Database of Systematic Reviews and Implementation Reports*, 15(6), 1612–1644. <https://doi.org/10.11124/JBISRIR-2016-003029>
- Puentedura, E. J., & Flynn, T. (2016). Combining manual therapy with pain neuroscience education in the treatment of chronic low back pain: A narrative review of the literature. *Physiotherapy Theory and Practice*, 32(5), 408–414. <https://doi.org/10.1080/09593985.2016.1194663>
- Rabey, M., Poon, C., Wray, J., Thamajaree, C., East, R., & Slater, H. (2015). Pro-nociceptive and anti-nociceptive effects of a conditioned pain modulation protocol in participants with chronic low back pain and healthy control subjects. *Manual Therapy*, 20(6), 763–768. <https://doi.org/10.1016/j.math.2015.02.011>
- Rabey, M., Smith, A., Beales, D., Slater, H., & O’Sullivan, P. (2017). Pain provocation following sagittal plane repeated movements in people with chronic low back pain: Associations with pain sensitivity and psychological profiles. *Scandinavian Journal of Pain*, 16, 22–28. <https://doi.org/10.1016/j.sjpain.2017.01.009>

- Refshauge, K. M., & Maher, C. G. (2006). Low back pain investigations and prognosis: A review. *British Journal of Sports Medicine*, 40(6), 494–498. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2004.016659>
- Reis, F., Guimarães, F., Nogueira, L. C., Meziat-Filho, N., Sanchez, T. A., & Wideman, T. (2018). Association between pain drawing and psychological factors in musculoskeletal chronic pain: A systematic review. *Physiotherapy Theory and Practice*, 00(00), 1–10. <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1455122>
- Rhon, D., & Fritz, J. (2015). Comparative Early Treatment Effectiveness between physical therapy and usual care for low back pain (COMPETE): Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 16, 423. <https://doi.org/10.1186/s13063-015-0959-8>
- Rice, D., Nijs, J., Kosek, E., Wideman, T., Hasenbring, M. I., Koltyn, K., Graven-Nielsen, T., & Polli, A. (2019). Exercise-Induced Hypoalgesia in Pain-Free and Chronic Pain Populations: State of the Art and Future Directions. *Journal of Pain*, 20(11), 1249–1266. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2019.03.005>
- Ris, I., Barbero, M., Falla, D., Larsen, M., Nielsen, M., Sjøgaard, K., & Juul-kristensen, B. (2019). Pain extent is more strongly associated with disability, psychological factors, and neck muscle function in people with non-traumatic versus traumatic chronic neck pain: a cross sectional study. *Eur J Phys Rehabil Med*, 55(1), 71–78. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.18.04977-8>
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 3(2), 131–141. [https://doi.org/10.1016/0926-6410\(95\)00038-0](https://doi.org/10.1016/0926-6410(95)00038-0)
- Rizzolatti, G., & Sinigaglia, C. (2010). The functional role of the parieto-frontal mirror circuit: interpretations and misinterpretations. *Nature Reviews. Neuroscience*, 11(4),

264–274. <https://doi.org/10.1038/nrn2805>

- Roland, M., & Fairbank, J. (2000). The Roland-Morris disability questionnaire and the Oswestry disability questionnaire. *Spine*, 25(24), 3115–3124. <https://doi.org/10.1097/00007632-200012150-00006>
- Rollman, A., Visscher, C., Gorter, R., & Naeije, M. (2012). Care seeking for orofacial pain. *J Orofac Pain*, 26(3), 206–214.
- Ropero-Peláez, F. J., & Taniguchi, S. (2016). The gate theory of pain revisited: Modeling different pain conditions with a parsimonious neurocomputational model. *Neural Plasticity*, 27(12), 1–14. <https://doi.org/10.1155/2016/4131395>
- Rossignol, M., Rozenberg, S., & Leclerc, A. (2009). Epidemiology of low back pain: what's new? *Joint, Bone, Spine : Revue Du Rhumatisme*, 76(6), 608–613. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2009.07.003>
- Rozenberg, S., Foltz, V., & Fautrel, B. (2012). Treatment strategy for chronic low back pain. *Joint, Bone, Spine : Revue Du Rhumatisme*, 79(6), 555–559. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2012.09.003>
- Russo, M., Deckers, K., Eldabe, S., Kiesel, K., Gilligan, C., Viece, J., & Crosby, P. (2018). Muscle Control and Non-specific Chronic Low Back Pain. *Neuromodulation*, 21(1), 1–9. <https://doi.org/10.1111/ner.12738>
- Rygh, L. J., Tjølsen, A., Hole, K., & Svendsen, F. (2002). Cellular memory in spinal nociceptive circuitry. *Scandinavian Journal of Psychology*, 43(2), 153–159. <https://doi.org/10.1111/1467-9450.00281>
- Sadler, S. G., Spink, M. J., Ho, A., De Jonge, X. J., & Chuter, V. H. (2017). Restriction in lateral bending range of motion, lumbar lordosis, and hamstring flexibility predicts the

- development of low back pain: A systematic review of prospective cohort studies. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 18(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1534-0>
- Sandal, L. F., Roos, E. M., Bøgesvang, S. J., & Thorlund, J. B. (2016). Pain trajectory and exercise-induced pain flares during 8 weeks of neuromuscular exercise in individuals with knee and hip pain. *Osteoarthritis and Cartilage*, 24(4), 589–592. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2015.11.002>
- Saragiotto, B. T., Maher, C. G., Yamato, T. P., Op, L., Costa, L. C. M., Ostelo, R. W. J. G., & Luciana, G. (2016). Motor Control Exercise for Nonspecific Low Back Pain: A Cochrane Review. *Spine*, 41(16), 1284–1295. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001645>
- Savigny, P., Watson, P., & Underwood, M. (2009). Early management of persistent non-specific low back pain: summary of NICE guidance. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 338(June), 1441–1445. <https://doi.org/10.1136/bmj.b1805>
- Scherer, M., Hansen, H., Gensichen, J., Mergenthal, K., Riedel-Heller, S., Weyerer, S., Maier, W., Fuchs, A., Bickel, H., Schön, G., Wiese, B., König, H. H., Van Den Bussche, H., & Schäfer, I. (2016). Association between multimorbidity patterns and chronic pain in elderly primary care patients: A cross-sectional observational study. *BMC Family Practice*, 17(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s12875-016-0468-1>
- Schmidt-Wilcke, T., Wulms, N., Heba, S., Pleger, B., Puts, N. A., Glaubitz, B., Kalisch, T., Tegenthoff, M. & Dinse, H. R. (2018). Structural changes in brain morphology induced by brief periods of repetitive sensory stimulation. *NeuroImage*, 165(October 2017), 148–157. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.10.016>

- Scott, D., Jull, G., & Sterling, M. (2005). Widespread sensory hypersensitivity is a feature of chronic whiplash-associated disorder but not chronic idiopathic neck pain. *The Clinical Journal of Pain*, 21(2), 175–181. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15722811>
- Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN). (2013). *Management of chronic pain*. (2013. Edinburgh, UK: SIGN, Ed.) (1st Editio).
- Scrivani, S. J., Khawaja, S. N., & Bavia, P. F. (2018). Nonsurgical Management of Pediatric Temporomandibular Joint Dysfunction. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 30(1), 35–45. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2017.08.001>
- Searle, A., Spink, M., Ho, A., & Chuter, V. (2015). Exercise interventions for the treatment of chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Clinical Rehabilitation*, 29(12), 1155–1167. <https://doi.org/10.1177/0269215515570379>
- Senna, M. K., & MacHaly, S. A. (2011). Does maintained spinal manipulation therapy for chronic nonspecific low back pain result in better long-term outcome? *Spine*, 36(18), 1427–1437. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181f5dfe0>
- Shaffer, S. W., Teyhen, D. S., Lorenson, C. L., Warren, R. L., Koreerat, C. M., Straseske, C. A., & Childs, J. D. (2013). Y-Balance Test: A Reliability Study Involving Multiple Raters. *Military Medicine*, 178(11), 1264–1270. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-13-00222>
- Shanbehzadeh, S., Salavati, M., Talebian, S., Khademi-Kalantari, K., & Tavahomi, M. (2018). Attention demands of postural control in non-specific chronic low back pain subjects with low and high pain-related anxiety. *Experimental Brain Research*, 236(7), 1927–1938. <https://doi.org/10.1007/s00221-018-5267-6>

- Sheng, J., Liu, S., Wang, Y., Cui, R., & Zhang, X. (2017). The Link between Depression and Chronic Pain: Neural Mechanisms in the Brain. *Neural Plasticity*, 2017, 9724371. <https://doi.org/10.1155/2017/9724371>
- Sherrington, C. S. (1897). *Textbook of Physiology* (Foster, M.).
- Sherrington, C. S. (1906). *The integrative action of the nervous system*. Yale University Press. [https://doi.org/10.1016/S0166-2236\(97\)01059-X](https://doi.org/10.1016/S0166-2236(97)01059-X)
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2007). *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice* (Lippincott).
- Simon, C. B., Lentz, T. A., Bishop, M. D., Riley, J. L., Fillingim, R. B., & George, S. Z. (2016). Comparative Associations of Working Memory and Pain Catastrophizing With Chronic Low Back Pain Intensity. *Physical Therapy*, 96(7), 1049–1056. <https://doi.org/10.2522/ptj.20150335>
- Skelly, A., Chou, R., Dettori, J., Turner, J., Friedly, J., Rundell, S., Fu, R., Brodt, ED., Wasson, N., Kantner, S., & Ferguson, A. J. R. (2020). Noninvasive Nonpharmacological Treatment for Chronic Pain: A Systematic Review [Internet]. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US), 4, 20-EHC009.
- Sluka, K. A., & Turk, D. C. (2009). Invited Commentary. *Physical Therapy*, 89(5), 470–472. <https://doi.org/10.2522/ptj.20080163.ic>
- Smart, K. M., Blake, C., Staines, A., & Doody, C. (2010). Clinical indicators of “nociceptive”, “peripheral neuropathic” and “central” mechanisms of musculoskeletal pain. A Delphi survey of expert clinicians. *Manual Therapy*, 15(1), 80–87. <https://doi.org/10.1016/j.math.2009.07.005>
- Smart, K. M., Blake, C., Staines, A., Thacker, M., & Doody, C. (2012). Mechanisms-based

- classifications of musculoskeletal pain: Part 3 of 3: Symptoms and signs of nociceptive pain in patients with low back (\pm leg) pain. *Manual Therapy*, 17(4), 336–344. <https://doi.org/10.1016/j.math.2012.03.013>
- Smeets, R. J. E. M., Wade, D., Hidding, A., Van Leeuwen, P. J. C. M., Vlaeyen, J. W. S., & Knottnerus, J. A. (2006). The association of physical deconditioning and chronic low back pain: A hypothesis-oriented systematic review. *Disability and Rehabilitation*, 28(11), 673–693. <https://doi.org/10.1080/09638280500264782>
- Solodkin, A., Hlustik, P., Chen, E. E., & Small, S. L. (2004). Fine modulation in network activation during motor execution and motor imagery. *Cerebral Cortex*, 14(11), 1246–1255. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhh086>
- Sribastav, S. Sen, Long, J., He, P., He, W., Ye, F., Li, Z., Wang, J., Liu, H., Wang, H., & Zheng, Z. (2018). Risk factors associated with pain severity in patients with non-specific low back pain in Southern China. *Asian Spine Journal*, 12(23), 533–543. <https://doi.org/10.4184/asj.2018.12.3.533>
- Stanton, T. R., Henschke, N., Maher, C. G., Refshauge, K. M., Latimer, J., & McAuley, J. H. (2008). After an episode of acute low back pain, recurrence is unpredictable and not as common as previously thought. *Spine*, 33(26), 2923–2928. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31818a3167>
- Stanton, T. R., Latimer, J., Maher, C. G., & Hancock, M. J. (2010). How do we define the condition ‘ recurrent low back pain ’? A systematic review. *Eur Spine J*, 19(4), 533–539. <https://doi.org/10.1007/s00586-009-1214-3>
- Stanton, T. R., Lin, C. W. C., Smeets, R. J. E. M., Taylor, D., Law, R., & Lorimer Moseley, G. (2012). Spatially defined disruption of motor imagery performance in people with osteoarthritis. *Rheumatology (United Kingdom)*, 51(8), 1455–1464.

<https://doi.org/10.1093/rheumatology/kes048>

- Starkweather, A. R., Heineman, A., Storey, S., Rubia, G., Lyon, D. E., Greenspan, J., & Dorsey, S. G. (2016). Methods to measure peripheral and central sensitization using quantitative sensory testing : A focus on individuals with low back pain ☆. *Appl Nurs Res*, 29, 237–241. <https://doi.org/10.1016/j.apnr.2015.03.013>
- Staud R, Craggs JG, Robinson ME, Perlstein WM, P. D. (2007). Brain activity related to temporal summation of C-fiber evoked pain. *Pain*, 129(1–2), 130–142. <https://doi.org/10.1038/jid.2014.371>
- Sterling, M., de Zoete, R. M. J., Coppieters, I., & Farrell, S. F. (2019). Best Evidence Rehabilitation for Chronic Pain Part 3: Low Back Pain. *Journal of Clinical Medicine*, 8(8), 1219. <https://doi.org/10.3390/jcm8081219>
- Stratford, P. W., Binkley, J., Solomon, P., Finch, E., Gill, C., & Moreland, J. (1996). Defining the minimum level of detectable change for the roland morris questionnaire. *Physical Therapy*, 76(4), 359–365. <https://doi.org/10.1093/ptj/76.4.359>
- Strong, J., Westbury, K., Smith, G., McKenzie, I., & Ryan, W. (2002). Treatment outcome in individuals with chronic pain: is the Pain Stages of Change Questionnaire (PSOCQ) a useful tool? *Pain*, 97(1–2), 65–73.
- Sullivan, MJ; Thorn, B; Haythornthwaite, JA; Keefe, F; Martin, M; Bradley, L. L. J. (2001). Theoretical perspectives on the relation between catastrophizing and pain. *Clin J Pain*, 17(1), 52–64.
- Sullivan, M. J. L., Thibault, P., Andrikonyte, J., Butler, H., Catchlove, R., & Larivière, C. (2009). Psychological influences on repetition-induced summation of activity-related pain in patients with chronic low back pain. *Pain*, 141(1–2), 70–78.

<https://doi.org/10.1016/j.pain.2008.10.017>

- Suso-Martí, L., Paris-Alemany, A., La Touche, R., & Cuenca-Martínez, F. (2020). Effects of mental and physical orofacial training on pressure pain sensitivity and tongue strength: A single-blind randomized controlled trial. *Physiology and Behavior*, 215, 112774. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.112774>
- Suso-Martí, L., La Touche, R., Díaz-Parreño, S. A., & Cuenca-Martínez, F. (2020). Effectiveness of motor imagery and action observation training on musculoskeletal pain intensity: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Pain*, 7, ejp.1540. <https://doi.org/10.1002/ejp.1540>
- Sveinsdottir, V., Eriksen, H. R., & Reme, S. E. (2012). Assessing the role of cognitive behavioral therapy in the management of chronic nonspecific back pain. *Journal of Pain Research*, 5, 371–380.
- Szpalski, M., Nordin, M., Skovron, M., Melot, C., & Cukier., D. (1995). Health care utilization for low back pain in Belgium. Influence of sociocultural factors and health beliefs. *Spine*, 20(4), 431–442.
- Tagliazucchi, E., Balenzuela, P., Fraiman, D., & Chialvo, D. (2010). Brain resting state is disrupted in chronic back pain patients. *Neurosci Lett*, 485(1), 26–31. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2010.08.053>.Brain
- Tegenthoff, M., Ragert, P., Pleger, B., Schwenkreis, P., Förster, A. F., Nicolas, V., & Dinse, H. R. (2005). Improvement of tactile discrimination performance and enlargement of cortical somatosensory maps after 5 Hz rTMS. *PLoS Biology*, 3(11), 2031–2040. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0030362>
- Tegner, H., Frederiksen, P., Esbensen, B. A., & Juhl, C. (2018). *Neurophysiological Pain*

Education for Patients with Chronic Low Back Pain. Clinical Journal of Pain (Vol.

34). <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000594>

- Teodorczyk-Injeyan, J. A., Injeyan, H. S., & Ruegg, R. (2006). Spinal manipulative therapy reduces inflammatory cytokines but not substance P production in normal subjects. *J Manipulative Physiol Ther.*, 29(1), 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2005.10.002>
- Teyhen, D., Shaffer, S., Lorensen, C., Greenberg, M., Rogers, S., Koreerat, C., Villena, SL., Zosel, KL., Walker, MJ., & Childs, J. C. (2014). Clinical measures associated with dynamic balance and functional movement. *J Strength Cond Res*, 28(5), 1272–1283.
- Thieme, H., Morkisch, N., Rietz, C., Dohle, C., & Borgetto, B. (2016). The efficacy of movement representation techniques for treatment of limb pain - A systematic review and meta-analysis. *Journal of Pain*, 17(2), 167–180. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2015.10.015>
- Thorén P, Floras JS, Hoffmann P, S. D. (1990). Endorphins and exercise: physiological mechanisms and clinical implications. *Med Sci Sports Exerc*, 22(4), 417–28.
- Trapp, W., Weinberger, M., Erk, S., Fuchs, B., Mueller, M., Gallhofer, B., Hajak, G., Kübler, A & Lautenbacher, S. (2015). A brief intervention utilising visual feedback reduces pain and enhances tactile acuity in CLBP patients. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 28(4), 651–660. <https://doi.org/10.3233/BMR-140561>
- Treede, R. D., Meyer, R. A., Raja, S. N., & Campbell, J. N. (1992). Peripheral and central mechanisms of cutaneous hyperalgesia. *Progress in Neurobiology*, 38(4), 397–421. [https://doi.org/10.1016/0301-0082\(92\)90027-C](https://doi.org/10.1016/0301-0082(92)90027-C)
- Treede, R., Winfried, R., Barke, A., Aziz, Q., Bennett, M. I., Benoliel, R., Cohen, M., Evers, S., Finnerup, N. B., First, M.B., Giamberardino, MA., Kaasa, S., Korwisi, B., Kosek,

- E., Lavand`homme, P., Nicholas, M., Perrot, S., Scholz, J., Schug, S., Smith, B.H., Svensson, P., Vlaeyen, J.W.S., & Wang, S.-J. (2019). Chronic pain as a symptom or a disease: The IASP Classification of Chronic Pain for the International Classification of Diseases (ICD-11). *Pain*, 160(1), 19–27. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001384>
- Treister, R., Pud, D., Ebstein, R. P., Laiba, E., Raz, Y., Gershon, E., ... Eisenberg, E. (2011). Association between polymorphisms in serotonin and dopamine-related genes and endogenous pain modulation. *Journal of Pain*, 12(8), 875–883. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2011.02.348>
- Trout, K. K. (2004). The neuromatrix theory of pain: Implications for selected nonpharmacologic methods of pain relief for labor. *Journal of Midwifery and Women's Health*, 49(6), 482–488. <https://doi.org/10.1016/j.jmwh.2004.07.009>
- Trouvin, A. P., & Perrot, S. (2019). New concepts of pain. *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology*, 33(3), 101415. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2019.04.007>
- Tsao, H., Galea, M. P., & Hodges, P. W. (2008). Reorganization of the motor cortex is associated with postural control deficits in recurrent low back pain. *Brain*, 131(8), 2161–2171. <https://doi.org/10.1093/brain/awn154>
- Turk, D. C. (2003). Cognitive-behavioral approach to the treatment of chronic pain patients. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 28(6), 573–579. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14634950>
- Turk, D. C., & Okifuji, A. (2002). Psychological factors in chronic pain: evolution and revolution. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 70(3), 678–690.
- Turner, J. A., Ersek, M., & Kemp, C. (2005). Self-efficacy for managing pain is associated

- with disability, depression, and pain coping among retirement community residents with chronic pain. *Journal of Pain*, 6(7), 471–479.
<https://doi.org/10.1016/j.jpain.2005.02.011>
- Vaegter, H. B., Handberg, G., & Graven-Nielsen, T. (2016). Hypoalgesia after Exercise and the Cold Pressor Test is Reduced in Chronic Musculoskeletal Pain Patients with High Pain Sensitivity. *Clinical Journal of Pain*, 32(1), 58–69.
<https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000223>
- van Dieën, J., Selen, L., & Cholewicki, J. (2003). Trunk muscle activation in low-back pain patients, an analysis of the literature. *J Electromyogr Kinesiol.*, 13(4), 333–351.
- van Middelkoop, M., Rubinstein, S. M., Kuijpers, T., Verhagen, A. P., Ostelo, R., Koes, B. W., & van Tulder, M. W. (2011). A systematic review on the effectiveness of physical and rehabilitation interventions for chronic non-specific low back pain. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 20(1), 19–39. <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1518-3>
- van Middelkoop, M., Rubinstein, S. M., Verhagen, A. P., Ostelo, R. W., Koes, B. W., & van Tulder, M. W. (2010). Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain. *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology*, 24(2), 193–204.
<https://doi.org/10.1016/j.berh.2010.01.002>
- Van Oosterwijk, J., Nijs, J., Meeus, M., Van Loo, M., & Paul, L. (2012). Lack of endogenous pain inhibition during exercise in people with chronic whiplash associated disorders: An experimental study. *Journal of Pain*, 13(3), 242–254.
<https://doi.org/10.1016/j.jpain.2011.11.006>
- Van Tulder, M., Becker, A., Bekkering, T., Breen, A., Del Real, M. T. G., Hutchinson, A.,

- Koes, B., Laerum, E., & Malmivaara, A. (2006). Chapter 3: European guidelines for the management of acute nonspecific low back pain in primary care. *European Spine Journal*, 15(SUPPL. 2), 169–191. <https://doi.org/10.1007/s00586-006-1071-2>
- Van Tulder, M., Koes, B., & Bombardier, C. (2002). Low back pain. *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology*, 16(5), 761–775. <https://doi.org/10.1053/berh.2002.0267>
- Vardeh, D., Mannion, R. J., & Woolf, C. J. (2016). Toward a Mechanism-Based Approach to Pain Diagnosis. *Journal of Pain*, 17(9), T50–T69. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2016.03.001>
- Verkerk, K., Luijsterburg, P. A. J., Heymans, M. W., Ronchetti, I., Pool-Goudzwaard, A. L., Miedema, H. S., & Koes, B. W. (2015). Prognosis and course of pain in patients with chronic non-specific low back pain: A 1-year follow-up cohort study. *European Journal of Pain (United Kingdom)*, 19(8), 1101–1110. <https://doi.org/10.1002/ejp.633>
- Vernon, H., Dhami, M., Howley, T., & R., A. (1986). Spinal manipulation and beta-endorphin: a controlled study of the effect of a spinal manipulation on plasma beta-endorphin levels in normal males. *J Manipulative Physiol Ther.*, 9(2), 115–123.
- Vibe Fersum, K., O’Sullivan, P. B., Kvåle, A., & Skouen, J. S. (2009). Inter-examiner reliability of a classification system for patients with non-specific low back pain. *Manual Therapy*, 14(5), 555–561. <https://doi.org/10.1016/j.math.2008.08.003>
- Vicenzino, B., Collins, D., Benson, H., & Wright, A. (1998). An investigation of the interrelationship between manipulative therapy-induced hypoalgesia and sympathoexcitation. *J Manipulative Physiol Ther.*, 21(7), 448–453.
- Viniol, A., Jegan, N., Brugger, M., Leonhardt, C., Barth, J., Baum, E., Becker, A., & Strauch,

- K. (2015). Even worse - Risk factors and protective factors for transition from chronic localized low back pain to chronic widespread pain in general practice. *Spine*, 40(15), E890–E899. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000000980>
- Vlaeyen, J. W., & Linton, S. J. (2000). Fear-avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain: a state of the art. *Pain*, 85(3), 317–332. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10781906>
- Volz, M. S., Suarez-Contreras, V., Portilla, A. L. S., Illigens, B., BERPohl, F., & Fregni, F. (2015). Movement observation-induced modulation of pain perception and motor cortex excitability. *Clinical Neurophysiology*, 126(6), 1204–1211. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2014.09.022>
- Volz, M. S., Suarez-Contreras, V., Portilla, A. S. L., & Fregni, F. (2015). Mental imagery-induced attention modulates pain perception and cortical excitability. *BMC Neuroscience*, 16(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12868-015-0146-6>
- Vos, T., Abraham, DF., Naghavi, M., Lozano, R., Michaud, C., Ezzati, M., Shibuya, K., Salomon, JA., Abdalla, S., Aboyans, V., Abraham, J., Ackerman, I., Aggarwal, R., Ahn, SY., Ali, MK., Alvarado, M., & Memish, ZA. (2012). Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*, 380(9859), 2163–2196. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61729-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61729-2).Years
- Vrana, A., Hotz-boendermaker, S., Stämpfli, P., Hänggi, J., Seifritz, E., Humphreys, B., & Meier, M. (2015). Differential Neural Processing during Motor Imagery of Daily Activities in Chronic Low Back Pain Patients. *PloS One*, 10(11), 1–18. <https://doi.org/10.5061/dryad.2h0q3>
- Waddell, G., Newton, M., Henderson, I., Somerville, D., & Main, C. (1993). A Fear-

- Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) and the role of fear-avoidance beliefs in chronic low back pain and disability. *Pain*, 52(2), 157–168.
- Wajswelner, H., Metcalf, B., & Bennell, K. (2012). Clinical pilates versus general exercise for chronic low back pain: randomized trial. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(7), 1197–1205. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318248f665>
- Walsh, N. E., Brooks, P., Hazes, J. M., Walsh, R. M., Dreinhöfer, K., Woolf, A. D., Åkesson, K., & Lidgren, L. (2008). Standards of Care for Acute and Chronic Musculoskeletal Pain: The Bone and Joint Decade (2000-2010). *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(9), 1830–1845. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.04.009>
- Webb, R., Brammah, T., Lunt, M., Urwin, M., Allison, T., & Symmons, D. (2003). Prevalence and predictors of intense, chronic, and disabling neck and back pain in the UK general population. *Spine*, 28(11), 1195–1202. <https://doi.org/10.1097/00007632-200306010-00021>
- Wewege, M., Booth, J., & Parmenter, B. (2018). Aerobic vs . resistance exercise for chronic review and meta-analysis. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 31(5), 889–899. <https://doi.org/10.3233/BMR-170920>
- Whiteside, A., Hansen, S., & Chaudhuri, A. (2004). Exercise lowers pain threshold in chronic fatigue syndrome. *Pain*, 109(3), 497–499. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2004.02.029>
- Wideman, T. H., Finan, P. H., Edwards, R. R., Quartana, P. J., Buenaver, L. F., Haythornthwaite, J. A., & Smith, M. T. (2014). Increased sensitivity to physical activity among individuals with knee osteoarthritis: Relation to pain outcomes, psychological factors, and responses to quantitative sensory testing. *Pain*, 155(4), 703–711. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.12.028>

- Williams, A., & Craig, K. (2016). Updating the definition of pain. *Pain*, 157(11), 2420–2423. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000613>
- Williams, S. E., Guillot, A., Di Rienzo, F., & Cumming, J. (2015). Comparing self-report and mental chronometry measures of motor imagery ability. *European Journal of Sport Science*, 15(8), 703–711. <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1051133>
- Woby, S. R., Roach, N. K., Urmston, M., & Watson, P. J. (2007). The relation between cognitive factors and levels of pain and disability in chronic low back pain patients presenting for physiotherapy. *European Journal of Pain*, 11(8), 869–877. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2007.01.005>
- Woby, S. R., Urmston, M., & Watson, P. J. (2007). Self-efficacy mediates the relation between pain-related fear and outcome in chronic low back pain patients. *European Journal of Pain*, 11(7), 711–718. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2006.10.009>
- Woby, S. R., Watson, P. J., Roach, N. K., & Urmston, M. (2004). Are changes in fear-avoidance beliefs, catastrophizing, and appraisals of control, predictive of changes in chronic low back pain and disability? *European Journal of Pain (London, England)*, 8(3), 201–210. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2003.08.002>
- Wood, L., & Hendrick, P. A. (2019). A systematic review and meta-analysis of pain neuroscience education for chronic low back pain: Short-and long-term outcomes of pain and disability. *European Journal of Pain (United Kingdom)*, 23(2), 234–249. <https://doi.org/10.1002/ejp.1314>
- Woolf, C. J. (2011). central sensitization: implications for the diagnosis and treatment of pain. *Pain*, 152, 1–31. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.09.030>
- Woolf, C. J., & Costigan, M. (1999). Transcriptional and posttranslational plasticity and the

- generation of inflammatory pain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96(14), 7723–7730.
<https://doi.org/10.1073/pnas.96.14.7723>
- Woolf, C. J., & Ma, Q. (2007). Nociceptors-Noxious Stimulus Detectors. *Neuron*, 55(3), 353–364. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2007.07.016>
- Woolf, C., & Latremoliere, A. (2009). Central Sensitization: A Generator of Pain Hypersensitivity by Central Neural Plasticity. *J Pain.*, 10(9), 895–926.
<https://doi.org/10.1016/j.jpain.2009.06.012>
- World Health Organization. (2015). Physical activity. Fact sheet 385.
- Yamato, T., Maher, C., Saragiotto, B., Hancock, M., Ostelo, R., Cabral, C., Costa, LC., & Costa, LOP. (2015). Pilates for low back pain (Review) Pilates for low back pain. *The Cochrane Collaboration*, (7), CD010265.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD010265.pub2>www.cochranelibrary.com
- Yang, S., & Chang, M. C. (2019). Chronic pain: Structural and functional changes in brain structures and associated negative affective states. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(13). <https://doi.org/10.3390/ijms20133130>
- Zangoni, G., & Thomson, O. P. (2017). ‘I need to do another course’ - Italian physiotherapists’ knowledge and beliefs when assessing psychosocial factors in patients presenting with chronic low back pain. *Musculoskeletal Science and Practice*, 27, 71–77. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2016.12.015>
- Zgierska, A., Wallace, M. L., Burzinski, C. A., Cox, J., & Backonja, M. (2014). Pharmacological and toxicological profile of opioid-treated, chronic low back pain patients entering a mindfulness intervention randomized controlled trial. *Journal of*

Opioid Management, 10(5), 323–335. <https://doi.org/10.5055/jom.2014.0222>

Zhang, T.-T., Liu, Z., Liu, Y.-L., Zhao, J.-J., Liu, D.-W., & Tian, Q.-B. (2016). Obesity as a Risk Factor for Low Back Pain. *Clinical Spine Surgery*, 00(00), 1–6.

Zou, L., Zhang, Y., Yang, L., Loprinzi, P. D., Yeung, A. S., Kong, J., Chen, K. W., Song, W., Xiao, T., & Li, H. (2019). Are Mindful Exercises Safe and Beneficial for Treating Chronic Lower Back Pain? A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Clinical Medicine*, 8(5), 628. <https://doi.org/10.3390/jcm8050628>

Zusman, M. (2005). Cognitive-behavioural components of musculoskeletal physiotherapy: the role of control. *Physical Therapy Reviews*, 10(2), 89–98. <https://doi.org/10.1179/108331905X43508>

ANEXOS

10.2 Comité Ético del Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle.



Documento de calificación de los proyectos sujetos al Comité de Bioética

Fecha de recepción: Octubre 2016 Fecha de calificación: Enero 2016
 Nº de expediente: **CSEULS-PI-126/2016**
 Nombre del proyecto de investigación: Análisis Neurofisiológico y efectividad del abordaje fisioterápico multimodal en Dolor Lumbar Crónico Inespecífico
 Nombre IP: Mónica Grande Alonso

Calificación

Informe Favorable

APTO. Se concede la calificación favorable al proyecto de investigación según los siguientes puntos:

- Fecha de inicio: enero 2017 Fecha de finalización: junio 2018
- Tipo de estudio: Estudio Observacional Transversal y Ensayo clínico aleatorizado, de carácter cualitativo y cuantitativo.
- Hipótesis: Dentro de las diversas opciones terapéuticas posibles en el manejo del DLCL, la combinación del ET y la Educación Terapéutica con la TM es más efectiva que únicamente la realización de ET y Educación Terapéutica a 3 meses de seguimiento.
- Objetivos:
 - Principal: Estudio Observacional-transversal
 - Comparar el grado de discapacidad y la intensidad de dolor entre sujetos con DLCL y sujetos sanos.
 - Valorar la fuerza – resistencia de la musculatura estabilizadora lumbar entre sujetos con DLCL y sujetos sanos.
 - Principal: Ensayo Clínico Aleatorizado
 - Evaluar la efectividad de un abordaje multimodal mediante ET y Educación Terapéutica con o sin TM sobre el grado de discapacidad y la intensidad de dolor comparando ambos grupos de tratamiento.
 - Evaluar la efectividad de un abordaje multimodal mediante ET y Educación Terapéutica con o sin TM sobre la fuerza-resistencia de la musculatura estabilizadora lumbar comparando ambos grupos de tratamiento.
 - Secundarios: Estudio Observacional-transversal